

SOCIAL DESIGN INNOVATOR



NiX JAPAN

# テクニカル レポート 2023-2024



## 表紙について

### 【NiX Urban Skate Park】

NiX JAPANでは、これまでNiXストリートスポーツパーク(富山市)に加えて、国内最大級の有明アーバンスポーツパークのスケートボード・BMX競技場(東京都江東区)の設計を手掛けるなど、デザイン性の高い施設設計を行ってきました。2023.8月、富山駅周辺のにぎわい創出と富山市のストリートスポーツブランディングを図るため、NiX Urban Skate Parkを(ニックスアーバンスケートパーク)を建設、OPENしました。

パークの設計には、プロスケートボーダー中山楓奈選手に監修いただきました。初心者から上級者まで、競技に興味を持つ人達が安全に気兼ねなく楽しめるデザインとなっています。

パークは3×3バスケットコートや、富山市総合体育館、様々なスポーツ系イベントが開催されている親水広場と隣接していることから、富山駅北側のスポーツを核としたまちづくりにも貢献できることを期待しているとともに、「まち」と「スケートボーダー」の共存による社会課題解決にも取り組むことが出来ればと考えています。

### ■ NiX Urban Skate Park

都市の景観を取り入れ、スケートボード専用施設として誰もが気軽にスケートボードを楽しむことができる場所であり、街なかの賑わいとスポーツの融合を表現する場所として名称を決定

# テクニカルレポート2023-2024発刊にあたり

皆様には、平素より格別のご高配を賜り厚く御礼申し上げます。ここに、NiXテクニカルレポート2023-2024をお届けいたします。2021～2022年度に発注者の皆様からいただいたお仕事を中心に、知見となるものをピックアップして取りまとめました。弊社はまだまだ技術研鑽中の段階にありますが、何卒ご笑納いただければ幸いです。

弊社のコンサルタント重点3事業分野である、ストックマネジメント事業、防災・減災事業、低炭素社会づくり事業、さらにはDXに関する取組みについて、代表的な事業を取り上げております。今後もさらなる技術の研鑽を積み、社会インフラの調査・設計において、迅速かつ効率的な執行に微力ながら貢献していきたいと考えております。

最後になりますが、本レポートの題材となる機会を与えていただいた発注者の皆様に感謝を申し上げ、また弊社とお関わりのある全ての発注者の皆様のご発展を心より祈念申し上げ、略儀ながら御礼の言葉といたします。今後ともご指導のほど、よろしくお願い申し上げます。

2024年1月

NiX JAPAN 株式会社 代表取締役社長 市森 友明

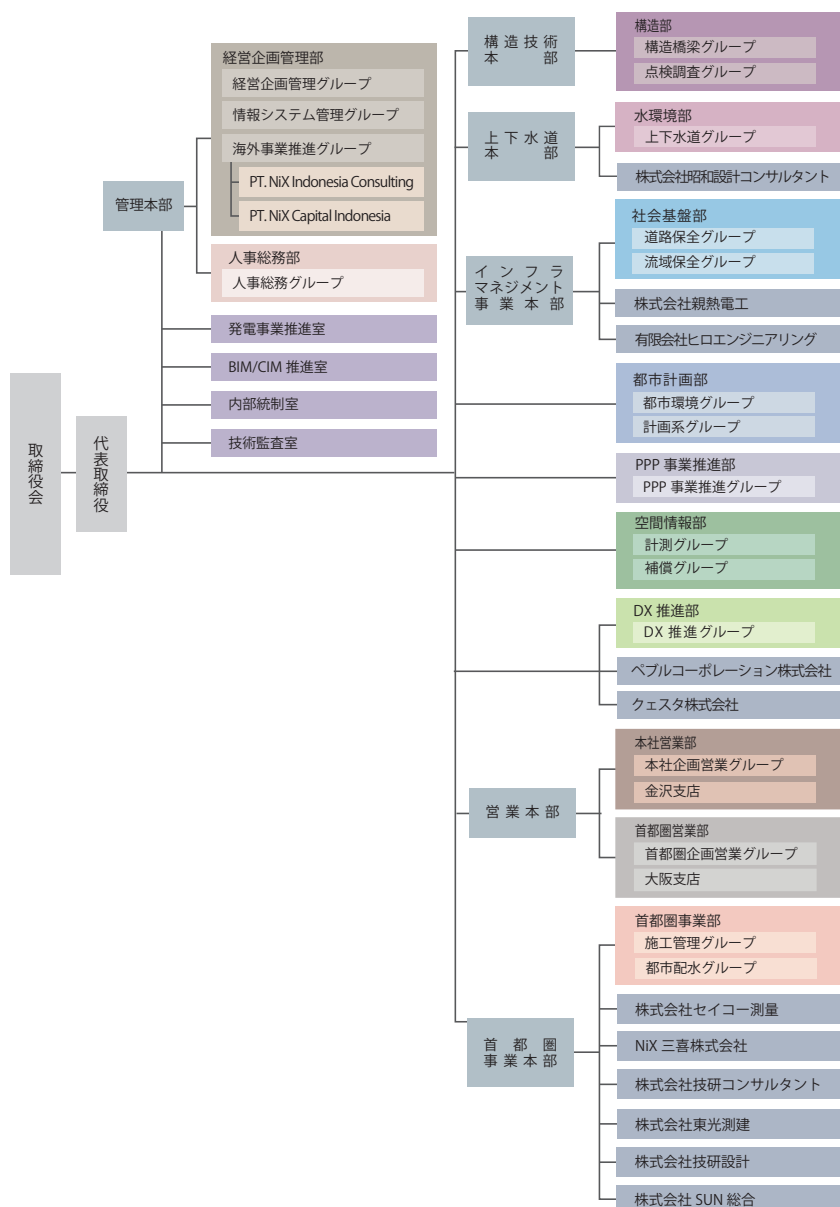
## NiX Technical Report 2023-2024

### テクニカルレポート2023-2024

まえがき	テクニカルレポート2023-2024発刊にあたり	1
DX推進	クラウドとAIを活用した道路異状検知技術開発の取り組み 羽黒 厚志、上田 愛美	3
補償	太陽光発電設備の移転補償に伴う残地内工法の検討 大浦 靖之、平井 義信、佐々木 克己、山田 陽子	5
PPP	地方都市における公共施設廃止後の民間活力導入可能性調査によるあり方の検討 島 瑞穂、水川 堯	7
都市環境	上野恩賜公園の夜間景観整備における照明計画・設計 藏品 真侑子、西田 宏	9
計画系	災害リスクを踏まえた居住誘導区域見直しによる実効性ある防災まちづくりの推進 村本 研三、勝亦 俊幸、高橋 敬宗、石倉 明美、寺口 千晶	13
計測	UAV撮影画像(SfM/MVS)を用いた3D洪水痕跡シミュレーション 吉岡 徹、紺谷 聖次	17
構造橋梁	都市部水管橋における耐震診断と、周辺支障物を踏まえた耐震補強対策の検討事例 横田 真育、丸山 貴弘	19
流域保全	参加率向上を目指した水田貯留機能の定量的評価指標の策定と活用 堀 孝成、森田 信彦	23
注目トピックス	オフィスの駅前移転はエコ通勤や仕事への意欲を高めるのか 市森 友明	27
	会社概要	

# 会社データ

## 第45期組織図



## 有資格者数

資格等名称		人数	
技術士	建設部門	河川、砂防及び海岸・海洋	7名
		道路	9名
		都市及び地方計画	11名
		土質及び基礎	3名
		鋼構造及びコンクリート	5名
		トンネル	1名
	上下水道部門	建設環境	4名
		上水道及び工業用水道	1名
		下水道	5名
	農業部門	農業土木	2名
		農業農村工学	1名
	総合技術監理部門		10名
RCCM	河川、砂防及び海岸・海洋	5名	
	港湾及び空港	2名	
	電力土木	1名	
	道路	2名	
	上水道及び工業用水道	1名	
	下水道	2名	
	農業部門土木	1名	
	廃棄物	1名	
	土質及び基礎	1名	
	鋼構造及びコンクリート	8名	
機械	1名		
博士	工学	2名	
	学術	1名	
	経営科学	1名	
一級建築士		4名	
二級建築士		2名	
コンクリート診断士		3名	
道路橋点検士		20名	
補償業務管理士	土地調査	9名	
	土地評価	2名	
	物件	8名	
	機械工作物	3名	
	営業・特殊	3名	
	事業損失	8名	
	補償関連	3名	
	総合補償	3名	
	土地改良補償業務管理者		3名
	測量士		30名
空間情報総括監理技術者		1名	
1級土木施工管理技士		36名	
1級造園施工管理技士		4名	
1級建築施工管理技士		1名	
1級土木技術者		6名	
農業土木技術管理士		6名	
下水道技術検定 (第2種)		4名	
基本情報処理技術者		2名	
高度情報処理技術者		2名	
第2種ダム水路主任技術者		1名	

## OUR GROUPS

インフラ技術サービス企業であるNiX JAPAN株式会社(旧社名:株式会社新日本コンサルタント)を中心に国内15社、海外7社とグローバルに展開し、社会インフラの強化をはじめとしたDXサービス事業、海外事業、エネルギー事業(IPP)をグループで行っています。

- ・拠点 国内 52ヶ所/海外 7ヶ所
- ・従業員数 国内 608名/海外 16名

### エネルギー事業(IPP)、海外事業

ニクスニューエネルギー株式会社  
NiX 湯涌ハイドロパワー株式会社  
平沢川小水力発電株式会社

PT. NiX Indonesia Consulting  
PT. Le bong Sukses Energi  
PT. Optima Tirta Energy  
PT. NiX Capital Indonesia  
NiX Holdings Singapore Pte Ltd  
ALAM NiX RENEWABLES Pte Ltd  
Green Power Management Pte Ltd



### インフラ技術サービス事業

NiX JAPAN 株式会社  
(旧社名:株式会社新日本コンサルタント)  
株式会社セイコー測量  
NiX三喜株式会社  
株式会社技研コンサルタント  
株式会社東光測建  
株式会社親熱電工  
株式会社技研設計  
株式会社SUN総合  
株式会社昭和设计コンサルタント  
有限会社ヒロエンジニアリング

### DXサービス事業

ベブルコーポレーション株式会社  
クエスト株式会社



# クラウドとAIを活用した 道路異状検知技術開発の取り組み



羽黒 厚志  
DX推進部  
DX推進グループ グループマネージャー  
基本情報技術者  
haguro@nix-japan.co.jp



上田 愛美  
DX推進部  
DX推進グループ 主任  
megumi.ueda@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

自治体の道路維持管理業務では、周期的にパトロールカーで目視確認を行い、異状、損傷、障害物などの危険要因を早期に発見・対応して、道路を良好な状態に保っている。当社は、この業務の効率化を支援する「道路維持管理クラウドサービス(みちクラ)」を開発し、自治体に提供してきた。しかし、近年の少子高齢化による担い手不足が深刻化しており、目視を基本としつつ、AIなど新技術の更なる活用が期待されている。本編では、車載カメラ(以下、ドライブレコーダーとする。)とAIを活用した道路異状検知技術開発の取り組みについて紹介する。

## 2 道路維持管理クラウドサービスの紹介

「道路維持管理クラウドサービス(みちクラ)」は、スマートフォンアプリを活用した道路パトロールや、住民からの苦情や事故の情報をクラウド上で一元管理するシステムである。この一元管理により、関係者間での異状箇所や住民苦情等の情報共有が容易となることで初動対応の迅速化が可能となり、また、記録内容を基に、道路パトロール日誌などの書類の作成や集計が自動化され、内業負担の大幅に削減が実現可能である。



図-1 道路維持管理クラウドサービス

このサービスは現在、富山県、高岡市、富山市、そして埼玉県の一部の土木事務所で採用されている。特に富山県での導入後に実施された利用者アンケート調査では、9割以上(86名)の職員が業務効率の向上を実感している。この成果を受け、更なる道路維持管理業務の効率化をサービスとして提供するために、道路巡視時の車載カメラ映像とAIを活用したひび割れ等道路異状検知技術の開発に着手した。

## 3 AIひび割れ簡易診断技術の開発

開発したひび割れ簡易診断技術は、ドライブレコーダー映像から一定の間隔で切り出した画像に、ひび割れ解析のためのメッシュ領域を設定し、各メッシュ内のひび割れをAI画像分類モデルで検出する技術である。メッシュ内でAIがひび割れを1本以上検出した場合、そのメッシュを「ひび割れ検出メッシュ」として判定し、全メッシュ数に対するひび割れ検出メッシュの割合から、領域内のひび割れ率とひび割れ率に基づくMCIを算出する。AIモデルを構築する際には、画像分類として広く利用されている「ResNet<sup>\*1</sup>」を採用しており、50万件のテストデータで評価した結果、ひび割れ検出の正解率は80%以上であることが確認された。



図-2 AIによる舗装のひび割れ解析



解析結果は道路維持管理クラウドサービスに連携され、ひび割れ率やMCIを区間ごとに平均化することにより健全性の低い区間が可視化される。また、道路巡視の記録、住民からの要望、事故の受付地点などと合わせてレイヤーとして管理されることにより、道路パトロールや修繕対応において、健全性の低い区間を優先的に確認・対応するなど、目視点検をより効率的に実施することができる。



図-3 MCI区間平均による診断結果の可視化

このAIひび割れ検知モデルは簡易舗装診断技術として、富山県、高岡市、あわら市、小松市での採用実績を有しており、千葉県において試行的に採用されている。

## 4 AIポットホール検知技術の開発

開発したポットホール検知技術は、ドライブレコーダー映像からポットホールを検知する技術である。ひび割れとは異なり、ポットホールは早期に対応されるケースが多く教師データが得られにくい。そのため、教師データの収集に際してはインターネット上で公開されている道路損傷データセット「Road Damage Detector<sup>※2</sup>」を活用した。

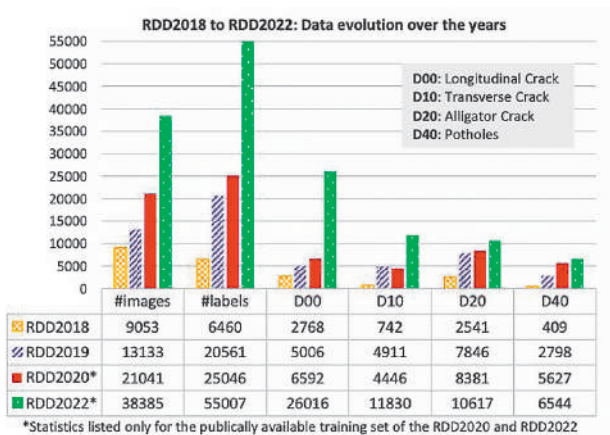


図-4 Road Damage Detectorの概要

道路損傷データセットは、2018年にIEEE Big Dataで開催された道路損傷検出チャレンジ

(CRDDC)に関連して公開されたもので、2018年以降、そのデータ量は増加を続けており、2022年時点で、ポットホールの画像は合計で6,544枚が蓄積されている。

AIモデルの構築に際して、ひび割れ簡易診断では解析範囲を予めメッシュで指定し、その内のひび割れの有無を分類するアルゴリズムを採用したのに対し、ポットホール検知においては画像内のポットホールを物体として検出するアプローチが必要であったことから、物体検出において広く利用されている「YOLOv5<sup>※3</sup>」を採用した。

この手法により開発したポットホール検知モデルは、千葉県印旛土木事務所にて10km程度の区間を対象に試行され、概ね映像を目視した際に発見できるポットホールを検出モデルで捉えることができていることから、検出モデルを活用して道路のポットホールを早期検知できる可能性が示された。これにより、道路管理瑕疵が問われるケースが多いポットホールによる車両の損傷や二輪車の転倒事故を未然に防ぐ安全性の向上等の効果が期待できる。



図-5 ポットホール検知画像

## 5 おわりに

今後は、交通動態等データと日常管理データとの関係性を機械学習や統計的手法により分析する機能や、河川や公園など他分野の日常管理機能の拡張などの開発を通じて、様々な分野の日常管理の効率化に寄与していくことを目指していきたい。

※1 画像認識の競技大会において2015年の優勝モデル

※2 <https://github.com/sekilab/RoadDamageDetector>

グローバルに適用可能な汎用性の高い道路損傷検出モデルを構築する一環で2018年に東京大学が公開

※3 処理速度に優れた最新の物体検出モデル

# 太陽光発電設備の移転補償に伴う 残地内工法の検討



**大浦 靖之**  
空間情報部 補償グループ  
プロジェクトマネージャー  
補償業務管理士  
ohura@nix-japan.co.jp



**佐々木 克己**  
空間情報部 補償グループ  
担当課長  
補償業務管理士、1級建築士  
k.sasaki@nix-japan.co.jp



**平井 義信**  
空間情報部 補償グループ  
グループマネージャー  
補償業務管理士  
y.hirai@nix-japan.co.jp



**山田 陽子**  
空間情報部 補償グループ  
担当課長  
補償業務管理士、1級建築士  
y.yamada@nix-japan.co.jp

本稿は、道路整備により太陽光発電設備が支障となり、その移転補償を行った事例である。

## 1 移転対象となる物件の概要

移転補償の対象となる太陽光発電設備は、FIT(固定価格買取)制度を活用して、売電収入を目的に設備認定を受けて発電を開始した。調査範囲には、太陽光発電パネル7基(200枚)、電力変換施設(パワーコンディショナー 9.9kW×5台、制御施設、電力量計、監視カメラ)及び附帯工作物(フェンス等)が存する。

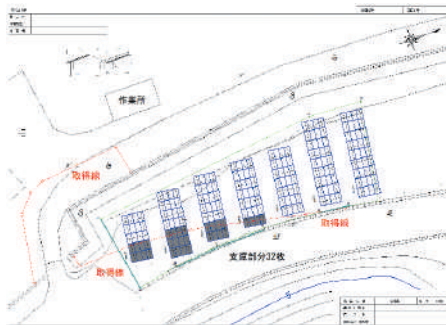


図-1 太陽光発電設備配置図

市道整備事業により、太陽光発電パネル32枚及び附帯工作物が支障となるため、移転が必要となる。

## 2 移転先及び移転工法の検討

太陽光発電設備の移転料等の算定について(平成29年3月29日 事務連絡 以下「事務連絡」という)<sup>1)</sup>では、移転料の算定について、太陽光発電設備は建物等に準じて移転料の算定を行うほか、太陽光発電に特有となる補償はその他通常生じる損失として、下記に準じて補償額を算定することとしている。

①太陽光発電設備に係る「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成

23年8月30日法律第108号) (以下「再エネ特措法」という。)」に基づく特定契約により定められる移転前の売電価格が、移転に伴う新たな特定契約において低下する場合に生じる差額分の補償

- ②復元工法等を認定した場合に生じる、移転に伴う発電休止期間中の減収分の補償
- ③分割移転工法を認定した場合に生じる、移転後の太陽光発電設備における発電電力量のロスに伴う減収分の補償

上記取扱より、移転先及び移転工法を決定したのちに、その他通常生じる損失にて該当する部分の補償額の算定を行う必要がある。移転工法の検討にあたっては、事務連絡には標準となる手順(フロー)がないため、①～③の記載を踏まえ、図2のとおり立案した。

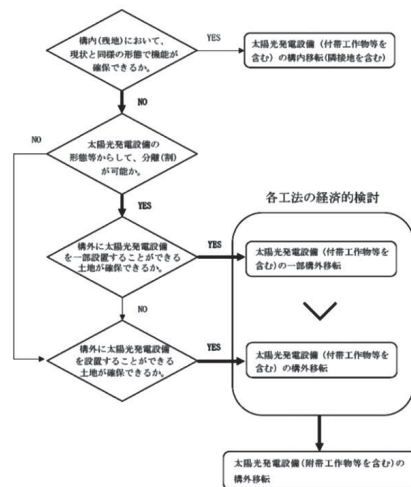


図-2 太陽光発電設備移転工法検討フロー図

構内移転が不可能な場合は、①及び③に関する補償の発生が見込まれる。また、構外移転や大幅な出力減少を招く場合はFIT契約の変更が必要となり、売電単価が下がる(=補償額が多額となる)可能性がある。



このことから、残地内において極力発電出力の減少を伴わない移転工法を立案することが求められ、残地内での太陽光発電パネルの再配置が可能であるか検討を行った。その検討過程を次項に記す。

### (1) 太陽光パネルの配置検討

今回支障となる面積及びパネル枚数が全体の2割以下のため、残地内で再配置が可能か検討を行った。

#### a) 現状と同程度のパネル傾斜角で再配置

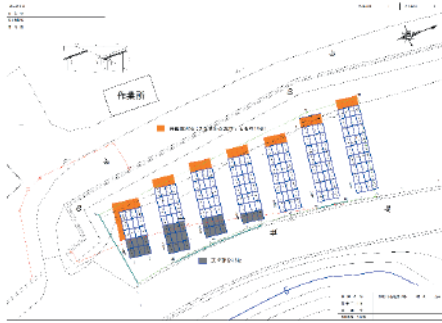


図-3 再配置a案

a) 案は、パネル架台間の間隔が3m程度必要となり、全てのパネルを敷地内に再配置することはできない。そのため、一部を構外(隣接地)に再配置することが必要となるが、隣接地は海岸である。従って、a) 案は構内移転工法として採用することができない。

#### b) パネル傾斜角を変更(20°→15°)して再配置

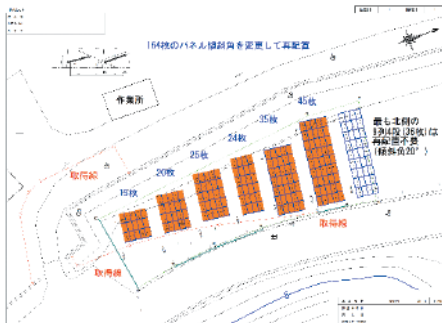


図-4 再配置b案

b) 案は、太陽光パネルの傾斜角を20°から15°に緩やかにすることで太陽光パネル間隔を2.3mに詰めて再配置する案である。この案であれば残地内に同枚数のパネルを配置可能である。なお、最も北側の9列4段(36枚)の太陽光パネルは再配置せずそのまま利用可能である。

### (2) 発電量の変動についての検討

b) 案ではパネル枚数は同等の枚数を確保できるが、パネルの傾斜角度を変更した場合、発電効率が変化する可能性がある。この影響を明らかにするために、斜面日射量計算をNEDOの日射量データベース閲覧システム<sup>2)</sup>を用いて実施した。その結果は表1のとおりであり、若干日射量が減少する結果となった。

ただし、日照の年変動による変化量の計算も併せて行ったところ、傾斜角度の変化よりも日照の年変動が与える影響の方が大きくなる結果となった。

表-1 斜面日射量計算結果

項目	角度	年平均	20°比	項目	年平均	平年比	
パネル傾斜角	0°(水平面)	3.53	92.1%	年変動(水平面)	最大値	3.60	102.0%
	10°	3.72	97.1%		平均値(c)	3.53	100.0%
	15°	3.78	98.6%		最小値	3.40	96.3%
	20°	3.83	100.0%				

斜面日射量(kWh/m<sup>2</sup>・day)

上記より、傾斜角の20°から15°への変更は、発電所出力に与える影響は日照変動よりも小さく軽微なものであると考えられる。従って、発電量の低下などの機能上の問題は生じないものと考えられる。

### (3) FITに関する検討

太陽光パネルを再利用しない場合や出力の変動(3%以上の出力増加又は20%以上の出力減少)を伴う場合は、FITの変更認可が必要となるだけでなく、売電価格の変更が必要となる場合がある。

b) 案では、架台の取り換え及び再配置が必要となるが、太陽光発電パネル及びパワーコンディショナーはすべて再利用ため、FITの変更申請など、法制上の手続きは必要ないものと考えられる。

### (4) 経済的検討

b) 案では、太陽光パネルすべてが再配置可能であり、発電出力の変化を伴わない。また、実発電量においても配置変更の影響は日照変動量よりも小さいため、売電単価や売電収入の減少を招くことはないものと考えられる。

以上の事から、移転先は構内とし、移転工法として復元工法を通常妥当な移転方法として認定した。

## 3 移転補償の内容

太陽光発電設備の移転補償にあたっては、復元工法に基づく既存架台の撤去、新設架台の設置及び太陽光パネルの再配置等に要する工事費用について、複数社の見積に基づき補償額を算定した。

また、その他通常生じる損失のうち、①において新たな設備認定や契約は不要であり、③分割移転工法は採用しないことにより、移転後の太陽光発電設備における発電量のロスに伴う減収分の補償は発生しないため、②の復元工法等による、移転に伴う発電休止期間中の減収分の補償額の算定を行った。

再生可能エネルギーの活用が進むにつれて、同様の事例は今後も生じてくるが見込まれるが、本稿の事例が適切な補償に対する検討の参考になれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 太陽光発電設備に関する事業損失等の解説  
平成29年4月 国土交通省土地・建設産業局
- 2) 日射量データベース閲覧システム  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
<https://appww2.infoc.nedo.go.jp/appww/index.html>



# 地方都市における公共施設廃止後の民間活力導入可能性調査によるあり方の検討



**島 瑞穂**  
 PPP事業推進部  
 PPP事業推進課 担当課長  
 技術士 建設部門(都市及び地方計画)  
 m.shima@nix-japan.co.jp



**水川 堯**  
 PPP事業推進部  
 PPP事業推進課  
 takashi.mizukawa@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

地方公共団体の財政が厳しい状況にあるなか、持続可能な都市経営や公共サービスの提供を実現するために、公的不動産(地方公共団体が所有する土地・建物や公共施設等:PRE)の保有量の最適化と不要資産の売却、必要性の高い公的不動産の選択・再配置が進んでいる。その結果として、公立の学校や公営住宅・病院・庁舎・宿舍等の売却、移転、統廃合、用途転用などによる公的不動産の利活用等の機会が増している。

公的不動産の利活用等に当たっては、適正な競争により処分価格の最大化を目指す財政健全化への貢献といった視点に加え、地域の貴重な財産としてまちづくり、地域環境の向上や保全、都市再生への貢献といった視点も重要である。これらの実現や公共サービスの維持・向上のため、民間事業者のノウハウや資金を活用への期待がますます高まっている状況にある。

<b>A. 公有地を売り払い民間によるまちづくりを誘導</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>公有地を民間事業者等に売払い、地方自治体等の意向に沿ったまちづくりを誘導する事例</li> </ul>
<b>B. 公有地を周辺も含めた再開発により高度利用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>立地ポテンシャルの高い公有地を、周辺を含めた市街地再開発事業により高度利用する事例</li> <li>地方公共団体は、市街地再開発事業の権利交換により公益施設取得して活用</li> </ul>
<b>C. 公有地の整序・集約、公共施設整備により有効活用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>接道条件が悪い、不整形、分散している等の公有地を、敷地整序や集約、公共施設の整備等を行うことによりバリューアップを図り、有効利用する事例</li> </ul>
<b>D. 公有地の移転・交換による公益施設の移転建替への活用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化した公営住宅や公益施設の更新を図るため、公有地の移転・交換を行う事例</li> <li>玉突き移転等により、老朽化した公益施設等を連鎖的に更新する事例</li> </ul>
<b>E. 公有地の民間への賃付</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>公有地を民間事業者等に賃付けることにより、効果的に活用する事例</li> </ul>
<b>F. 既存建物の用途転換</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>社会経済情勢の変化により不要となった建物を必要な用途に転換して有効活用する事例</li> </ul>

図 公的不動産の主な活用方法の分類

出典:国土交通省「公有地等のまちづくり活用事例集」

## 2 公的不動産における民間活力導入の留意点

公的不動産の民間活力導入においては、公共側は公的不動産の運営方針の転換のために説明責任を負うため、事業実施条件の設定や事業者選定に留意する必要がある。その他、民間事業者の倒産や撤退、望ましくない第三者による権利譲渡などの事態を防ぐためのリスクへの対策が必要である。

また、民間事業者にとっても地域貢献のみならずビジネスの好機として捉えることができる事業の実施条件を設定する必要がある。事業化検討に必要な公的不動産の基礎的情報を行政が開示するとともに、事業実施条件について民間事業者がリスクと判断する内容なのかを行政・民間双方協議の上、共通の理解とすることが重要である。

表 PREの民間活用のメリットと留意点

	①PREの民間活用のメリット	②PREの民間活用の留意点
(1) 公共側から見た場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>PREを活用した民間収益事業の導入により、地域の活性化・持続可能なまちづくりに寄与</li> <li>PREの売却・貸付けを通じた収益により財政健全化に貢献(公共サービスに必要な財源を確保、管理コストの削減等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域住民等に対する説明責任が生じる</li> <li>通常の公共事業にはないリスク(民間事業者の倒産・撤退や反社会的勢力の介入など)への対策が必要となる</li> </ul>
(2) 民間側から見た場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>様々な分野(建設・不動産・施設運営・金融機関等)の事業者にとってビジネスの機会が増える</li> <li>公共サービスがテナントとなる場合、継続的に安定した収入を確保できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場価格と乖離した価格設定となることがある</li> <li>用途やスキームに関して制約条件が課されることがある</li> </ul>

出典:国土交通省「公的不動産(PRE)の民間活用の手引き」平成30年3月

## 3 富山市「古洞の森自然活用村」の利活用検討

当社が関わった公的不動産の民間活力導入の検討事例として、富山市より受注した「古洞の森自然活用村」に係る民間活力導入検討調査業務について報告を行う。

### 1) 施設の概要・公的不動産利活用の背景

「古洞の森自然活用村(以下「本施設」)」は富山市の南西端に位置し、温浴施設や宿泊施設、バーベ

キューガーデンなどを備えた施設として平成2年に整備された。最盛期には年間約17万人、近年は年間約7～9万人に利用されていた。施設の老朽化を受け、休廃止を含む施設のあり方の検討がされていたところ、新型コロナウイルス感染症の影響により利用者数が減少し、施設の継続が困難と判断され、令和5年3月末に施設が廃止された。しかし、利用者数が減少した令和3年度においても年間4万人以上の利用があり、市民からサービスの継続に対する要望が挙げられた。そこで、本施設がこれからも多くの市民が憩い、集う場としての機能を継続するため、民間活力導入を検討することとなった。



図 本施設の状況

## 2) 事業推進のための留意点

「2. 公的不動産における民間活力導入の留意点」で挙げた項目を踏まえて、公共・民間事業者の双方のメリット・留意点を明らかにするために、定量・定性の両面から、①法規制等の調査、②建築物等劣化調査、③温浴施設改修費用算出 の3点に着目し、前提条件の整理を行った。①では、本施設の利活用の制約条件となる法規制について必要となる許認可の手続き等を整理した。②では、本施設は建築後約30年が経過し、建築物・設備等の劣化が確認されたため、改修等の必要性を施設別に調査結果としてとりまとめ、調査結果を民間事業者の本施設の不動産を取得する場合に適切な価値やリスクを評価するための情報提供とすることを想定したデュー・デリジェンスとして実施した。③においては、市民から温浴施設のサービス継続の要望が特に強かったことを受け、温浴施設の継続に必要な改修等に必要となる費用の算出を行った。

このように、前提条件の整理においては、民間事業者が維持管理・運営を行う上で、収支に大きく影響を及ぼす可能性がある公的不動産の情報を整理することが重要であり、これによって、民間活力導入可

能性調査の項目が明確化・詳細化された。

## 3) 利活用方法の検討

民間活力の導入において、多岐に亘る手法の中から最適な手法を検討・採択する必要がある。特に維持管理・運営を事業範囲に含む手法では、管理・運営の視点を設計・建設に取り入れることで、より魅力的な施設整備が可能となることが期待される。そのため、前提条件を踏まえた、公的不動産・行政サービスの在り方を定め、前提条件を踏まえて利活用方法の検討を行う必要がある。

本施設については、施設の廃止に伴い行政財産ではなく普通財産としての利活用を行うことになるため、民間活力を導入する事業手法のうち、行政財産の整備を前提とせず、民間事業者による積極的な施設改修等の投資を促すことができることを重視し、土地及び建物等の貸付方式および譲渡方式の適応を方針とした。

## 4) 民間活力導入可能性調査

民間事業者の事業参入の意欲や、事業推進のための留意点に係る公募条件の詳細を検討するため、民間活力導入可能性調査を実施した。調査にあたって、事業実施を幅広く周知し、市場性を高めながら、前提条件等の十分な理解を促すことを重視することで、事業実現の可能性を高めることができた。

## 5) 募集要項の作成

以上の調査等により、事業方式(所有形態・費用負担など)や、維持管理・運営の業務範囲などの事業範囲、事業実施の敷地範囲、リスク分担などを募集要項としてとりまとめを行った。本業務の成果に基づき令和5年7月に公募・事業者選定が行われた。

# 4 公的不動産の活用における課題

公的不動産の活用においては、民間事業者の自由な利活用の提案を期待することができる。そのため、施設の従来の設置目的を重視し、機能やサービスについて過度に詳細に定め、民間事業者に求めると、事業参入意欲を低下する恐れがある。一方、本施設のように長い期間をかけて多くの市民に利用されてきた施設として、市民の愛着を引き継ぎ、これからも地域のにぎわいの中心となる施設として、地域コミュニティの活性化に資する利活用を求めるとも重要である。

このように、様々な情報を前提条件として丁寧に整理し、施設の整備・修繕・改修・更新や維持管理・運営に係るコストやリスクも十分に理解することが重要である。市民、民間事業者、公共が互いに享受できる事業となるように公的不動産の活用を検討せねばならない。



# 上野恩賜公園の夜間景観整備における照明計画・設計



蔵品 真侑子  
都市計画部  
都市環境グループ 係長  
技術士 建設部門(都市及び地方計画)  
m.kurashina@nix-japan.co.jp



西田 宏  
都市計画部  
都市環境グループ グループマネージャー  
技術士 建設部門(都市及び地方計画)  
nishida@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

屋外空間における照明設計の主目的は安全性の確保だが、夜間の人の活動が多い場所においては優れた景観形成等も求められる。

本稿では、日本を代表する公園である上野恩賜公園の夜間景観について、令和2年度から現在まで取り組んできたの業務成果をもとに、公園の特性を踏まえた照明計画および設計の要点について述べる。

## 2 上野恩賜公園について

上野恩賜公園は、明治6年(1873)1月15日の太政官布達第16号により開園した、日本で最初の都市公園のひとつである。大正13年(1924)に宮内省から東京市に下賜され、現在は東京都立公園として供用されている。都市公園となる以前は東叡山寛永寺の境内地で、江戸随一の花見の名所として広く庶民にも親しまれ、古くから公園的な利用がなされていた。

開園面積約54haと広大な公園内には、世界文化遺産に登録された国立西洋美術館をはじめ、恩賜上野動物園や国立科学博物館、東京国立博物館等の文化施設が集積している。また、公園の周辺にも多数の文化施設や商業施設、JR上野駅をはじめとした複数の鉄道駅があり、平日でも人の往来の多いエリアとなっている。

平成21年(2009)には「上野恩賜公園再生基本計画」が策定され、令和2年度までの約12年間にわたり大規模な再整備事業が行われた。竹の台広場と大噴水や、上野駅公園口広場の全面的な改修により、公園の代表的な景観が改善され、駅から公園に至る歩行者動線が確保された。



写真-1 再整備後の公園口

## 3 夜間景観の現状と課題

### (1) 現状と利用特性

上野恩賜公園は23時までと比較的遅くまで開園しており、公園内の博物館や美術館では夜間開館を行う曜日もあるため、夜間においても滞留や散策等の利用が見られる。また、公園周辺にはオフィスや商業施設があり複数路線が利用可能なため、公園内が生活動線として利用され、夜間の往来も多くなっている。



写真-2 夜間利用の様子

照明については、主要な園路や広場を中心に安全な利用が可能な路面照度を確保するよう園路灯が配置されている。園路灯のうちポール照明の光源は、平成30年度から2カ年かけて全てLED化された。

### (2) 夜間景観の課題

前述の再整備事業により昼間の景観は良くなったが、夜間の利用促進や快適な利用を実現するには、夜間景観の面でいくつかの課題があった。

#### ① 回遊性の向上

昼間は公園全域で回遊や散策が見られるが、夜間はJR上野駅公園口に向かう人の流れがほとんどである。公園の回遊性を高めることは、御徒町等の周辺エリアの利用促進にもつながるため、地元関係者からも公園の回遊性向上を望む声が上がっている。

#### ② 上野らしさの演出

歴史ある公園であり、既成イメージを尊重した風格ある景観を形成していく必要がある。

また、夜間の屋外は暗く、視覚から得られる情報量が限定される。情報が少ないからこそ、光による演出が印象的に感じられるため、何をどのように見せるかが重要になる。広大な園内には多くの景観資源があるが、何を見せて何を見せないか、演出対象の選定



や演出手法の工夫が必要である。

### ③安全性・快適性の向上

長い歴史がある半面、園内の樹木の巨木化や繁茂によって暗がりや園内各所に生じ、夜間利用の不安感につながっている。一部の園路灯にはグレア(眩しさ)や上方向の漏れ光が顕著なものがあり、これによって後背樹林の暗さが強調されてしまっている。また、街に近いエリアにおいては、街の灯りによって相対的に園内が暗く沈んで見える課題がある。



写真-3 照明の眩しさと園路外側の暗がり

## 4 夜間景観の計画・設計

以上の特性や課題を踏まえ、上野恩賜公園の夜間景観に必要な照明整備の考え方について、計画段階と設計段階それぞれに要点を述べる。

### (1) 夜間景観の計画

#### ①夜間のゾーニング設定

昼と夜とでは公園の利用のされ方が異なる。エリアごとの空間特性や夜間の利用特性、動線等を踏まえて、夜間景観検討におけるゾーニング(図-1)を設定し、公園の空間特性を活かしつつ、メリハリのある夜間景観整備を行うものとした。

回遊性向上のためには、ゾーニングをもとに散策における目標物(既存の景観資源等)を整理しつつ、誘導効果を高める整備を検討することとした。

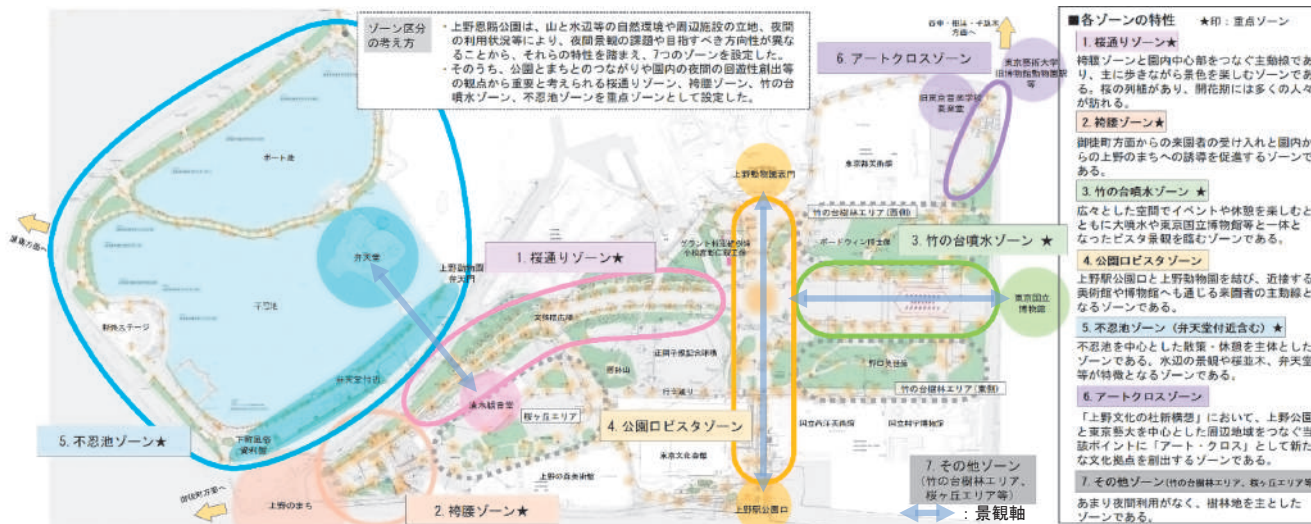


図-1 夜間景観検討のゾーニング図

### ②照明演出の対象の選定

上野らしさを感じられる象徴的な景観軸を設定し、それを強調する照明整備を検討した(図-2)。



図-2 景観軸の整備イメージ(例)

景観軸に加え、公園内に点在する歴史文化資源を調査(図-3)し、以下の観点より夜間景観形成や照明演出に適した資源を選定した。

#### 主な選定の観点

- 夜間利用の主たるゾーンに設置されている
- 夜間の視認性を考慮し、碑などの文字情報に依るものよりも造形的なもの(銅像等)を対象とする



図-3 主要歴史文化資源図

### ③基本的な光環境の検討

以上までの計画検討の効果を発揮させるには、ベースとなる光環境を整えることも重要である。主に光色(光源の色温度)、グレア対策、アイレベルの明るさ確保について以下に述べる。



光色は、夜間景観の印象を左右する基調的要素である。また、スポットライト等により特定の対象物を演出する場合には、対象の素材や色に応じた光色を検討する必要がある。本公園においては有識者意見より、園路3000K、植栽4000K程度、水景5000K等を基本として検討している。



3000Kで幹に照射  
5000Kで幹に照射  
※K(ケルビン)：色温度の単位。数値が低いほど赤みを帯び、数値が高いほど青みを帯びた白色になる

図-4 光色等による印象の違い(樹木の例)

グレア対策については、既存ポール灯の減光対策を主として検討した。既存の園路灯はLED化により発光効率が良くなったものの、発光面輝度が強くグレア(眩しさ)が感じられるとともに、一部灯具は上方向への光漏れが課題となっている。この2点への対策として、パンチングメタル板の灯具内への取り付けを検討し、照明実験を行ってグレア低減効果を確認した(図-5)。なお、LEDは半導体であり熱に弱い。パンチングメタル板を取付けることにより灯具内の温度が上昇し、LEDに悪影響を及ぼす懸念があるため、今後温度試験を行う予定である。

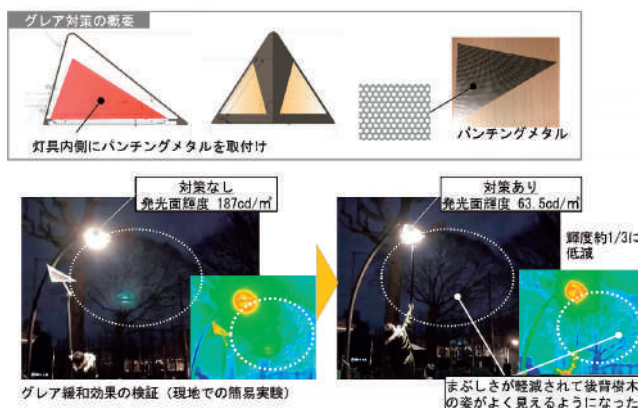
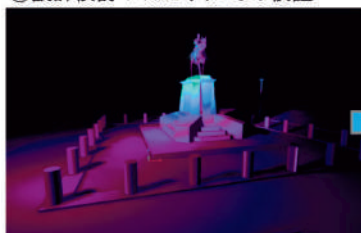


図-5 グレア対策の概要と効果

①設計検討：CGモデルでの検証



同等サイズのCGモデルを用いた簡易シミュレーションにより明るさ、ポール高さ、照射角度等を検証

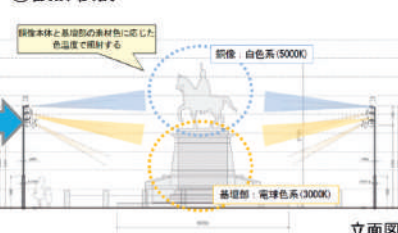
②現場での検証と合意形成：照明実験



【色温度の検証】銅像に白色系、基壇部に電球色系での照射確認  
【演出方法の検証】一方向からの照射によるシルエット効果の確認

発注者意見抜粋  
・素材色に合わせて色温度を変えるのがよい  
・片側照射の方が影がついて美しく見えるが、暗い印象

③設計検討



・素材色に合わせた色温度  
・二方向からの照射とするが、配光を調整することによりシルエット効果を演出しつつ明るさを確保

図-6 設計検討フロー(歴史文化資源の例)

アイレベルでの明るさ感の確保について、特に公園において移動手段は徒歩が主となるため、ヒューマンスケールで安全・快適に感じる景観検討が必要である。

特に、本公園の課題である樹木の繁茂による暗がりに対しては、園路灯による路面照度の確保だけでなく、人の目線に近い空間にちょっとした明るさを設けることが安心感につながるため、壁面等の鉛直方向に明るさを生む照明手法を検討した。

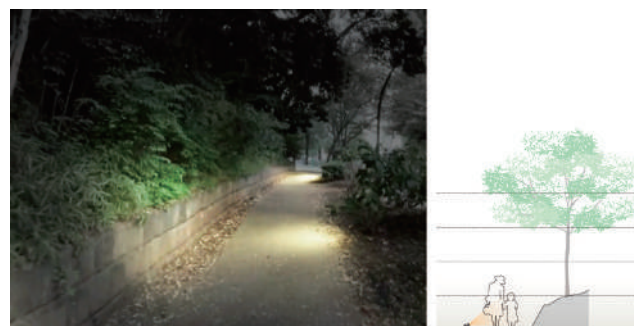


図-7 アイレベルでの明るさ感確保のイメージ(例)

④有識者等の意見を踏まえた検討

令和3年度より「上野恩賜公園夜間景観整備アドバイザー会議」(以下、アドバイザー会議と記す)が設立され、整備計画について有識者や公園関係者・地元関係者から意見を受けながら計画の検討・見直しを進めている(現在も継続中)。

(2) 夜間景観の設計

照明設計においては、灯具の造形や配置といった設計図に表現される事項だけでなく、光による空間演出効果も重要である。しかしこうした整備効果は設計図だけでは想像しづらい。特に本公園においては「上野公園」のイメージを損なわない照明演出を行うこと、これについて公園関係者・地元関係者との合意形成を図りながら設計していくことが求められる。

今回は、歴史文化資源の照明演出を例に、設計検討→現場での検証と合意形成→設計図への反映→施工のプロセス(図-6)に沿って、夜間景観設計におけるポイントを述べる。

### ①設計検討:CGモデルでの検証

演出方法の比較検討や、必要なポール高さ、演出対象から灯具までの距離、照射角度等をCGモデルを用いて検証した(図-8)。

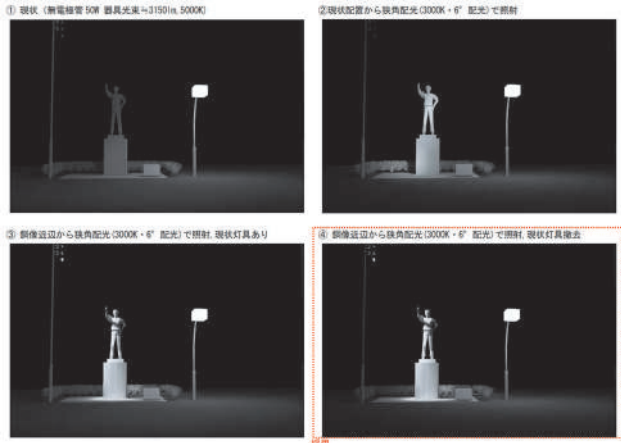


図-8 CGモデルによる比較検討の例(野口英世像)

### ②現場での検証と合意形成:照明実験

灯具や模型を用いて実際に現場で照明効果等を検証した。照明実験は発注者やアドバイザー会議委員とともに実施し、合意形成を図る手段とした。



写真-4 発注者との照明実験の様子

### ③設計図への反映

実施設計図には、灯具の詳細図のほか、演出対象に対する照射角度等を明示した参考図を作成した。

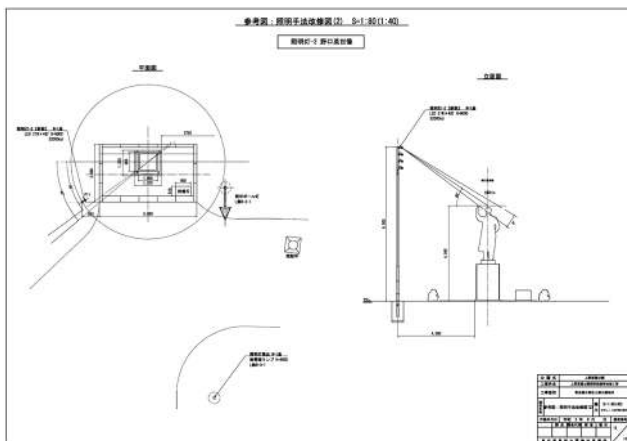


図-9 照明灯設置参考図の例

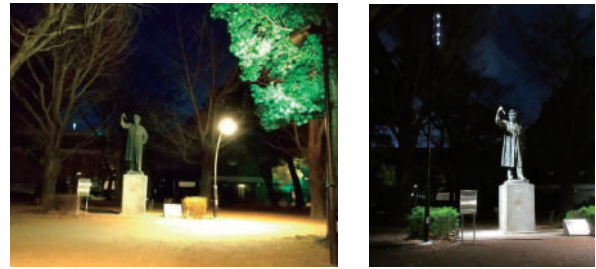
### ④施工

CGモデルや照明実験によって照明の視覚的効果を発注者とともに確認・検証することは、設計検討

だけでなく、施工時においても有用である。

写真-5は令和3年度に実際に施工されたものだが、照明の照射角度等の最終調整にあたり、施工業者と監督員(東部公園緑地事務所職員)とで①のCGモデル等を参考に調整がなされ、設計意図に沿った施工が行われた。

なお、この銅像は樹林地の中に設置されており、広場側から像の存在に気づきにくい等の課題もあったが、照明整備と同年度に園地整備が行われ、照明整備効果がより高められた。



【整備前】  
投光器(写真右手前)により加光されているがぼんやりとした印象

【整備後】  
適切な光色・照射角で像に陰影が付き印象的な演出になった

写真-5 整備前・後の様子(野口英世像)

## 5 今後

アドバイザー会議を開催しながら適宜設計を見直しつつ検討を進めているため、整備完了箇所がまだ少ないが、今後、段階的に整備が進められていく予定である。

今回は照明設計について述べたが、夜間景観の向上と夜間の利用促進においては、照明だけでなく植栽管理や情報発信等も重要であり、今後の検討課題となっている。

上野恩賜公園は令和5年に150周年を迎えた。夜間景観においても日本を代表とする公園となるよう、引き続き検討を進めていきたい。

謝辞:業務にあたり東京都東部公園緑地事務所事業推進課の皆様および協力会社の株式会社GK設計の皆様、NiXグループの株式会社親熱電工の皆様のご指導・ご支援を賜り、ここに深く謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 東京都建設局、上野恩賜公園再生基本計画、平成21年10月
- 2) 大道和彦、上野恩賜公園150年、都立公園 第238号、令和5年3月31日、pp14-19
- 3) 東京都東部公園緑地事務所 事業推進課、上野恩賜公園 公園口広場の再整備について、都立公園 第234号、令和4年3月31日、pp42-45
- 4) 一般社団法人照明学会編、照明ハンドブック(第3版)、オーム社、2020年8月27日



# 災害リスクを踏まえた居住誘導区域見直しによる実効性ある防災まちづくりの推進



**村本 研三**  
都市計画部 計画系グループ担当課長  
RCCM(都市計画及び地方計画)  
k.muramoto@nix-japan.co.jp



**勝亦 俊幸**  
都市計画部 計画系グループ担当課長  
技術士 総合技術監理部門/建設部門(都市及び地方計画)  
t.katsumata@nix-japan.co.jp



**高橋 敬宗**  
都市計画部 部長  
技術士 建設部門(都市及び地方計画)  
norimunet@nix-japan.co.jp



**石倉 明美**  
都市計画部 計画系グループ  
ak.ishikura@nix-japan.co.jp



**寺口 千晶**  
都市計画部 計画系グループ  
chiaki.teraguchi@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

令和元年台風第19号により福島県須賀川市において、その翌年には、令和2年7月豪雨により福岡県大牟田市において居住誘導区域内の甚大な浸水被害が相次いで発生したことを背景として、国では令和2年6月に都市再生特別措置法等を改正し、居住誘導区域内の安全性を強化する「防災指針」の作成を立地適正化計画の追加事項として定めたところである。



図-1 居住誘導区域内の浸水被害状況(須賀川市)<sup>1)</sup>

本稿の対象地である成田市は、立地適正化計画の当初(平成29年度)策定から中間見直しのサイクルである概ね5年が経過したことから、計画の改定に合わせて防災指針を新たに盛り込むとともに、防災指針の検討と連動し、災害リスクを考慮した居住誘導区域の見直しを行うこととなった。

## 2 災害リスク分析を踏まえた課題

成田市では、土砂災害ハザードの指定区域<sup>\*1</sup>が主に山間・丘陵部に、洪水浸水想定区域<sup>\*2</sup>が利根川の本流、支流(根木名川、高崎川)や印旛沼の周辺において面的に指定されている。

これらの指定区域の大部分は市街化調整区域及び非線引き都市計画区域に分布し、災害リスクの高い地区は全市に広く分布している。また、市街化区域においては、居住誘導区域に指定されている成田駅周

辺において災害リスクの高い地区が一部存在しており、これらの点を考慮した防災指針を作成することが必要であった。

《区域》	《洪水及び内水浸水想定区域》	《家屋倒壊等氾濫想定区域》
■ 非線引き用途地域	■ 浸水深(想定最大規模降雨)	■ 氾濫流
■ 市街化区域	■ 0.5m未満	■ 河岸侵食
■ 都市計画区域	■ 0.5m~3.0m未満	■ 《土砂災害ハザード》
■ 行政界	■ 3.0m~5.0m未満	■ 土砂災害特別警戒区域
■ 成田国際空港	■ 5.0m以上	■ 土砂災害警戒区域
		■ 急傾斜地崩壊危険区域

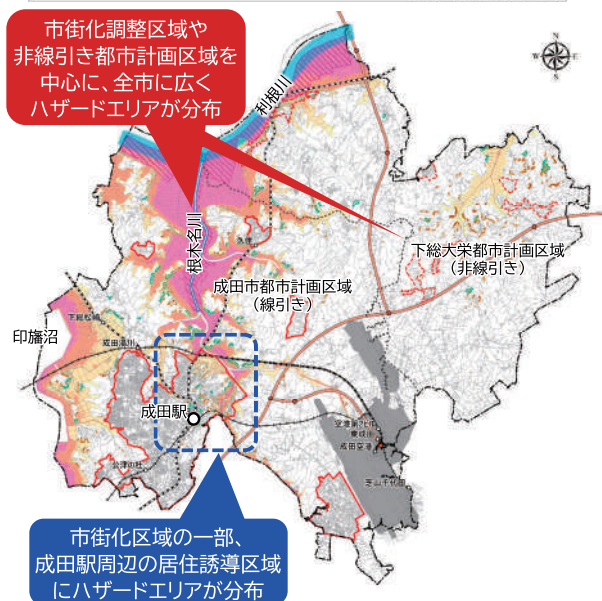


図-2 各種ハザードエリアの分布状況

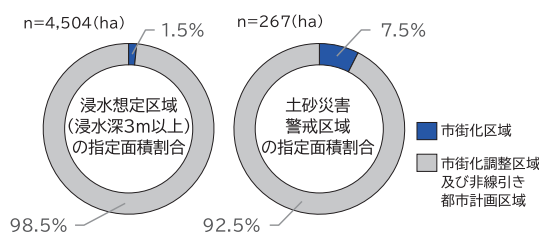


図-3 ハザードエリアの指定面積割合

※1 土砂災害特別警戒区域(レッド)、土砂災害警戒区域(イエロー)、急傾斜地崩壊危険区域を指す。

※2 利根川水系利根川、根木名川、高崎川における想定最大規模降雨(1,000年に1回程度の発生確率)の洪水浸水想定区域を指す。

### 3 課題への対応策

#### (1) 全市を対象とした防災指針検討

防災指針に位置付ける防災・減災対策の取組は、居住誘導区域の安全性を強化する本来の主旨から、居住誘導区域を対象に検討することが一般的だが、「2. 災害リスク分析を踏まえた課題」を踏まえ、全市を対象に検討することとした。

全市のなかでも特に災害リスクが高い地区(表-1)を抽出したうえで、当該地区のハード・ソフト両面の取組を整理した。また、都市計画マスタープランにおける地域別構想との整合・連携を図るため、地域別構想の地域区分毎に防災上の課題(図-4)と対応方針及び具体的な取組を整理した。

表-1 災害リスクが高い地区の抽出の考え方

洪水及び内水による災害リスクの高い地区の抽出	
●	垂直避難が困難と想定される浸水深3m以上の地区 →浸水深(3m以上)×居住系建物の重畳によるリスク評価
●	水平避難する際に避難施設が徒歩圏に分布していない地区 →浸水深(0.5m以上)×避難施設徒歩圏の重畳によるリスク評価
●	浸水により長時間(3日以上)孤立するおそれのある地区 →浸水継続時間×居住系建物の重畳によるリスク評価
●	氾濫流等により家屋に被害が生じるおそれのある地区 →家屋倒壊等氾濫想定区域×居住系建物の重畳によるリスク評価
●	要配慮者施設にリスクがある地区 →浸水深(0.5m以上)×医療・福祉施設等徒歩圏の重畳によるリスク評価
土砂災害による災害リスクの高い地区の抽出	
●	土砂災害の被害を受けるおそれのある地区 →土砂災害レドゾール×居住系建物の重畳によるリスク評価
●	要配慮者施設にリスクがある地区 →土砂災害レドゾール×医療・福祉施設等徒歩圏の重畳によるリスク評価

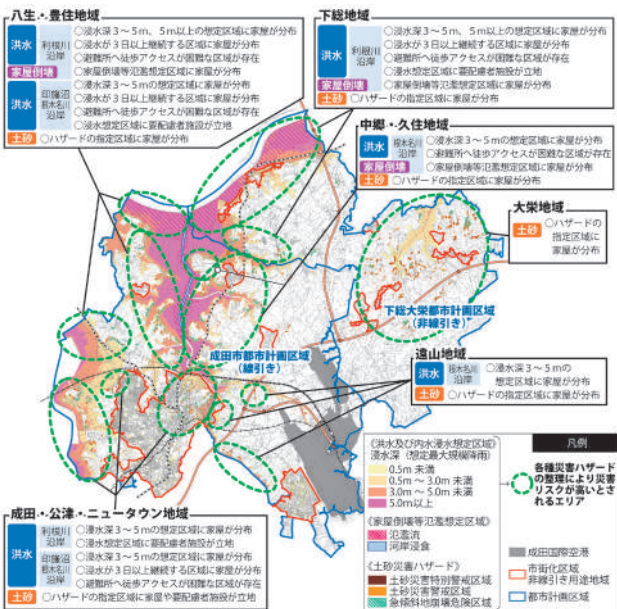


図-4 全市を対象とした防災上の地域別課題の整理

#### (2) 災害リスクを踏まえた居住誘導区域見直し

居住誘導区域が指定されている成田駅周辺において災害リスクの高い地区が一部存在している(図-5)。特に人的被害のリスクが高まる一つの目安とされて「浸水深3m」(表-2)を超える地区が存在している。

このような災害リスクの高い区域(土砂災害特別警戒

区域、土砂災害警戒区域、急傾斜地崩壊危険区域及び洪水浸水想定区域のうち浸水深3m以上)を居住誘導区域から除外することで、「居住誘導区域=市域のなかでも特に安全性の高い市街地」として評価できる区域設定とした。

これにより、新規居住や住み替えを、安全性の高い居住誘導区域へ長期的な視点で緩やかに誘導することを意図した。

表-2 洪水等により想定される被害の整理

目安	想定される被害等
5m	一般的な家屋の2階が水没する
3m	一般的な家屋の2階床下部分に相当し、浸水深3mを上回ると2階への垂直避難が困難になる
2m	人の背丈を超える浸水深となる
0.5m	屋外への避難が困難となり孤立する可能性がある

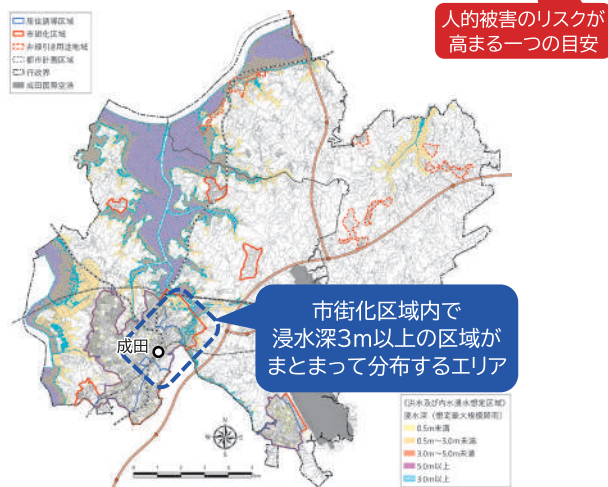


図-5 浸水想定区域(浸水深3m以上)の地区の抽出

#### (3) 災害ハザードエリア内の開発許可厳格化

災害リスクの高い地区は市街化調整区域にも広く分布しており、一定の開発行為が可能な都市計画法第34条第11号条例区域(市街化区域から1.1kmの範囲内で50以上の建築物が連たんしている地域:図-6の赤点線内)においても分布している。

安全性の高い市街地への居住誘導の実効性を高めるため、条例区域であっても、災害イエローゾーンである洪水浸水想定区域の浸水深3m以上の区域での開発行為を厳格化するなど、開発許可制度との連携・整合を図った。

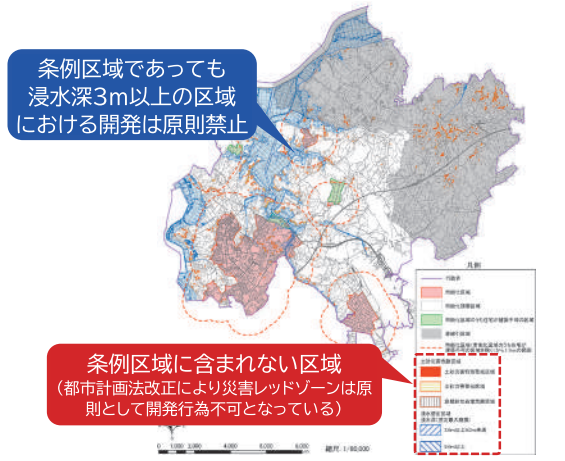


図-6 第34条11号条例区域から除く区域<sup>2)</sup>

計画系

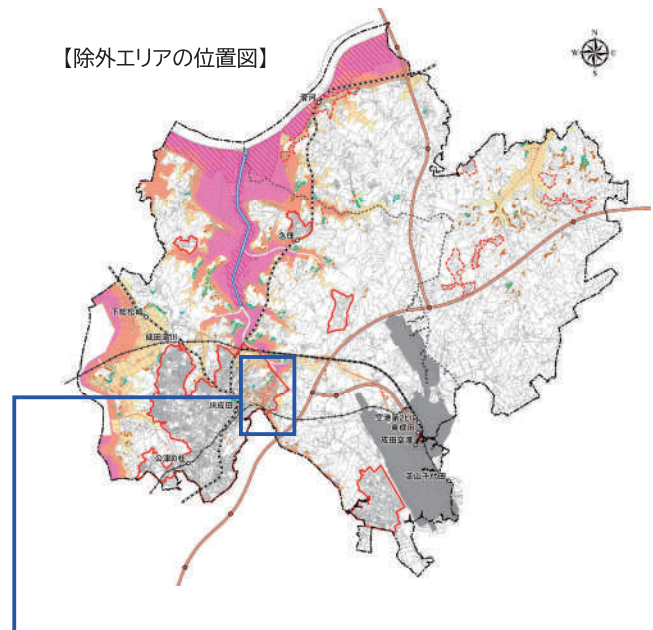


#### (4) 居住誘導区域除外エリアへの手当

居住誘導区域から除外したエリアは図-7に示す赤枠の範囲であり、浸水深3m以上の想定がある箇所を基本とし、昭和46年の台風被害による浸水実績範囲も参考にしながら除外エリアを検討した。

また、除外エリアでは災害リスクが残存することから、防災・減災対策もセットで検討した。除外した浸水深3m以上の区域では平屋も立地しており、垂直避難が困難と想定されるため、徒歩圏に立地する避難場所（成田高等学校）への避難行動の事前周知徹底を図ること、また、除外エリアに立地する大規模商業施設との災害時応援協定に基づき防災体制を構築し、公民連携による避難対策を講じることで水害リスクの低減を図ることとした。

【除外エリアの位置図】



【除外エリアの詳細】

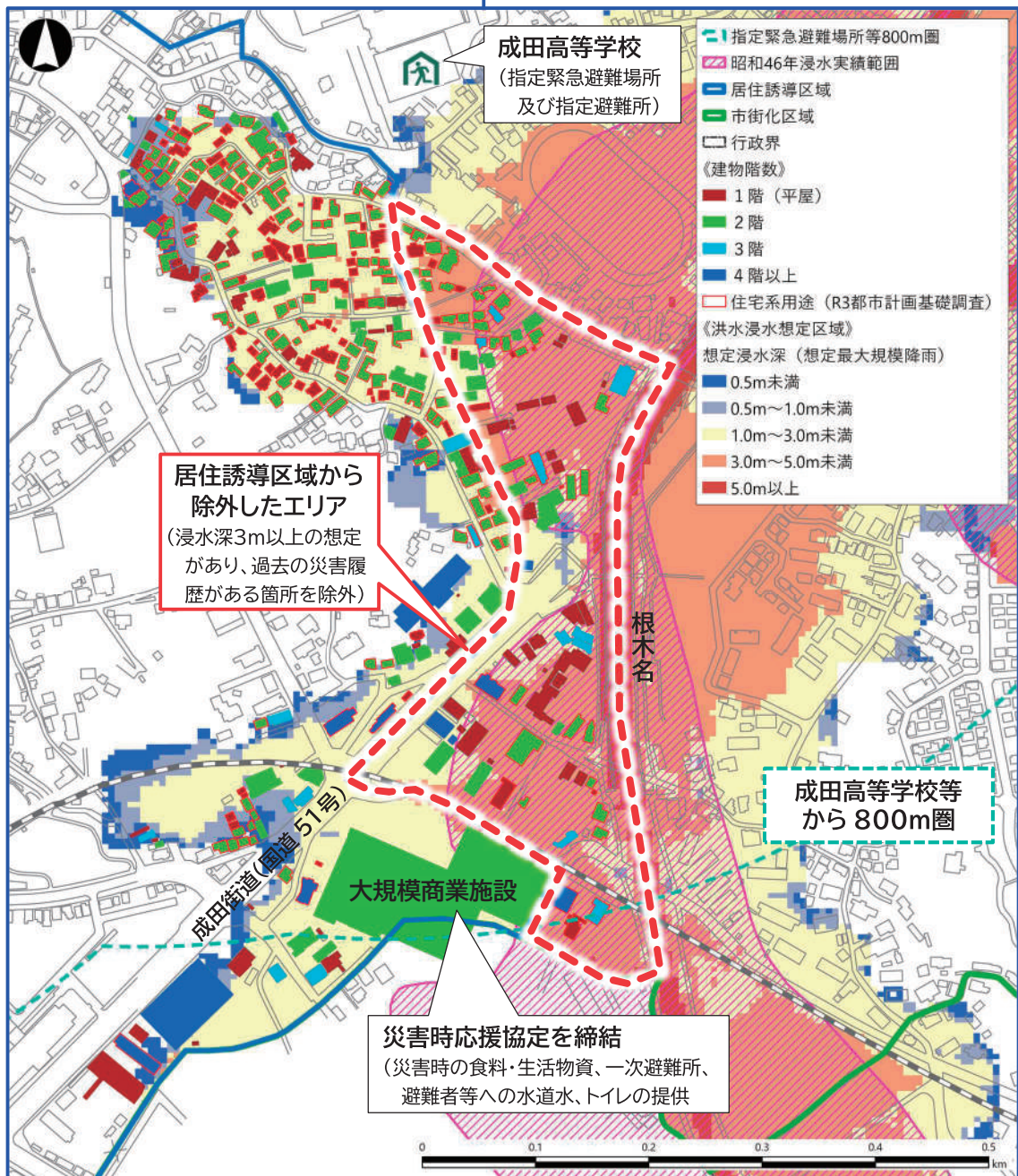


図-7 居住誘導区域の見直し箇所(成田駅周辺)



(5) 課題対応に基づく目標等の設定

立地適正化計画の定量的な目標と期待される効果として、目標値を「災害ハザードエリア内の宅地等利用の減少」、これにより期待される効果を「居住誘導区域外の新築件数割合の抑制」に設定した。

安全性の高い居住誘導区域へ居住を緩やかに誘導すること、市街化調整区域内ハザードエリアの開発許可の厳格化と連携すること、また、立地適正化計画の届出制度により誘導区域外の開発に対するハザード情報の周知を図ることにより、目標値の達成を目指すものとした。

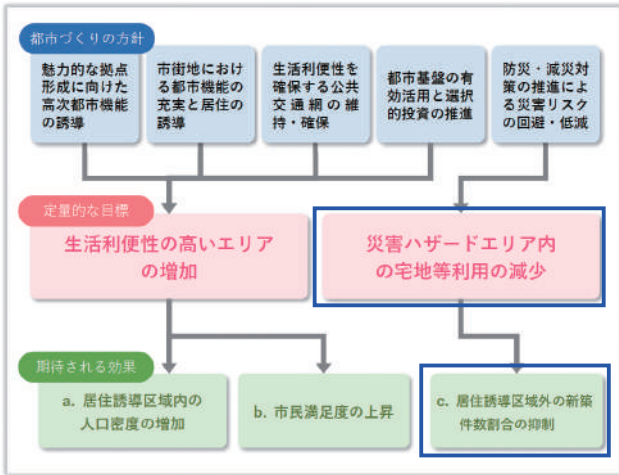


図-8 目標値等の体系

表-3 目標値等の設定値

目標値等	現状値 (R4年)	目標値 (R9年)
災害ハザードエリア内の宅地等利用の減少※1	243ha	現状値以下
居住誘導区域外の新築件数割合の抑制※2	54%	50%

※1 浸水想定区域(浸水深3m以上)の区域、土砂災害ハザードの指定区域内の宅地等(都市計画基礎調査における宅地等)の合計面積。目標値は、令和4年9月末時点指定の災害ハザードエリアを基準に算出。  
 ※2 過去7年の平均値を現状値とし、目標値を令和5~9年度までの平均値とする。

表-4 居住誘導区域に占める災害ハザード指定区域

区域	面積(ha)	割合
浸水想定区域(浸水深3m未満)	23.6	1.8%
浸水想定区域(浸水深3m以上)	0.7	0.0%
土砂災害警戒区域	0.0	0.0%
参考:居住誘導区域	1,330.0	100.0%

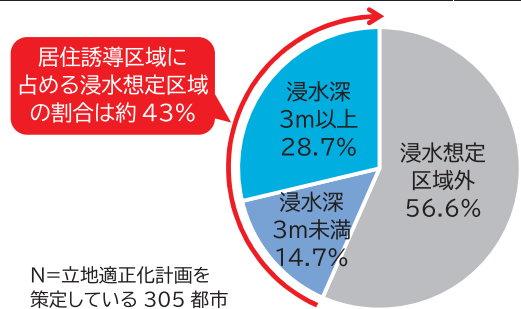


図-9 居住誘導区域内の浸水想定区域の面積割合(想定最大規模)<sup>3)</sup>

(2) 災害リスクが面的に分布する都市への適用と課題

都市全体に災害リスクの高いエリアが広く分布し、当該エリアが市街化区域内に部分的に存在する都市においては、今回の取組は有効であると考えます。

一方、市街化区域内の大部分に災害リスクの高いエリアが存在する都市においては、浸水想定区域等のイエローゾーン内での居住誘導区域の設定回避または除外は困難と想定される。このような都市では、居住誘導区域内での災害リスクをより詳細に分析し、災害リスク低減に必要な防災・減災対策を防災指針に整理する必要があると考えます。

(3) 気候変動を踏まえた適切な災害リスクの評価

これまで作成されてきたハザードマップは、想定最大の重ね合わせなど、災害リスクを部分的に過大評価されている(生起確率がリスクとして考慮されていない)。これを克服するための取り組みとして、確率ハザードマップなどが研究されている。本研究の成果がハザードマップに反映されるまでには相応の時間がかかると思われるが、温暖化が沸騰化と称される時代に突入したことを念頭に、立地適正化計画の検討プロセスにおいても、気候変動を踏まえた適切な災害リスクの評価を行うことが必要と考えます。

謝辞:本業務の遂行にあたり、成田市都市計画課より多大なご指導・ご支援を賜り、皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 第16回都市計画基本問題小委員会配付資料(資料1令和元年台風第19号等に係る被害状況について)、国土交通省、2020年1月
- 都市計画法第34条第11号の条例第5条第4号に該当する土地の区域図、成田市、2022年4月
- 事前防災・複合災害ワーキンググループ(第2回)配付資料、国土交通省、2021年3月

4 成果と今後の検討課題

(1) 居住誘導区域が果たす役割の明確化

防災指針の検討と連動し、居住誘導区域から災害リスクの高い区域を除外する見直しを行ったことで、居住誘導区域に占める災害ハザード指定区域面積の割合を2%未満まで抑制することができた(表-4)。

居住誘導区域内の浸水想定区域の面積割合は全国平均で約43%(図-9)となっており、成田市の市街地における災害リスクの分布状況は全国と比較して恵まれているが、本業務において、長期的な視点で災害リスクの回避・低減が実践できる基礎的な方針を定めることができた。

基礎的な方針として、「居住誘導区域の役割=安全性の高い市街地」を明確化したことにより、居住誘導を図ることが災害リスクの回避・低減に直接的に寄与することから、実効性のある防災まちづくりの推進につながるものと考えます。

# UAV撮影画像(SfM/MVS)を用いた 3D洪水痕跡シミュレーション



吉岡 徹  
空間情報部  
計測グループ グループマネジャー  
測量士  
yoshioka@nix-japan.co.jp



紺谷 聖次  
空間情報部  
計測グループ 担当課長  
測量士補、GIS B課程  
kontani@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

近年、豪雨災害の原因となる線状降水帯の発生により、各地で甚大な洪水被害が生じている。

洪水が発生した河川では、流下に係わる特性分析を行う基礎情報を把握するため、洪水後、洪水位の痕跡を調査/測量する場合がある。

本稿では、洪水痕跡の調査/測量結果について、洪水区間の流下痕跡を3次元で表現し、鳥瞰的に氾濫状況を再現・把握する目的で、UAV空中写真撮影画像を用い、3D-GISを利用した『3D洪水痕跡シミュレーション』を紹介する。

## 2 洪水痕跡調査における課題

洪水痕跡調査は、一般に警戒水位以上の洪水または低水路満杯流量(平均年最大流量)程度の洪水が発生した場合に行われる。

調査手法は、作業員が現地にて堤防などの構造物や法面などに繁茂する植生に付着した泥やゴミ等、洪水時に冠水したことを示す痕跡を目視で判断し実測を行い、調査で得られた結果を基に痕跡図面や状況写真帳が成果となる。(写真-1,図-1)

従来の痕跡図面は、平面図や縦横断面図の2次元図面であり、複雑な堤外/堤内地形において、洪水時の氾濫状況をより具体的に把握するには限界がある。

このため、堤外/堤内状況に3D地形データを利用することで、複雑な氾濫原を含む河道地形を把握することが可能である。また、洪水後の痕跡状況を示す空中写真とあわせて3Dデータが容易に作成できる



写真-1 現地調査

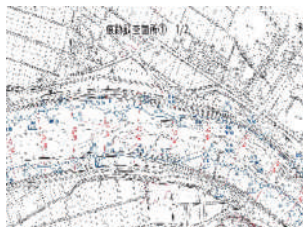


図-1 痕跡調査図

UAV空中写真を活用することとした。

## 3 UAVによる空中写真撮影

UAVによる撮影により通常オルソフォトを作成する場合は垂直撮影が基本であるが、洪水痕跡は、河岸斜面や構造物側面等の3Dデータを作成するため、斜め(オブリーク)撮影を行った。

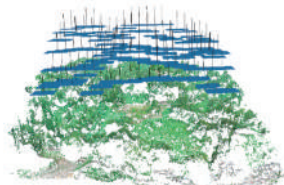


図-2 垂直撮影

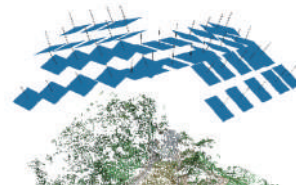


図-3 斜め撮影

## 4 フォトグラメトリ※1による3Dデータの作成

撮影した空中写真は、3D空間データ生成ソフト(Metashape)を用いて、SfM/MVS処理※2を行うことにより、3D点群、3Dメッシュモデル、オルソフォト、DSM(DEM)を作成することができる(図-5~8)

作成した3Dデータの可視化、活用、共有の方法について検討することで、洪水痕跡を示す有効なデータになる。

※1 UAVで撮影した写真からSfM/MVS処理を行うことにより、3Dモデルを作成する一連のプロセス。

※2 Structure from Motion(多視点画像からの三次元形状復元:SfM)、Multi-View Stereo(多眼ステレオ:MVS)の略。複数の写真から特徴点の抽出を行い、高密度点群を作成する処理。

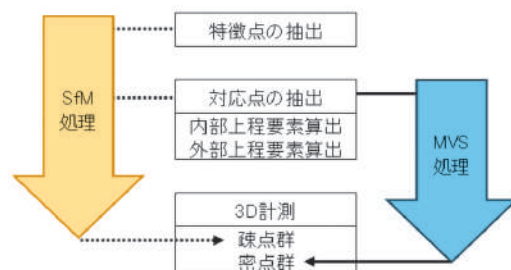


図-4 点群作成のプロセス





図-5 3D点群



図-6 3Dメッシュモデル



図-7 オルソフォト

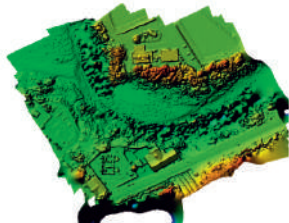


図-8 DSM(DEM)

## 5 3D洪水痕跡シミュレーション

3Dデータを効率よく可視化、活用、共有するために3D-GIS (ArcGIS-Pro)を利用した。洪水痕跡管理として使用する3Dデータは、現状や形状をテクスチャにより表現され、視覚的にも優れたTINで形成された『3Dメッシュモデル』(図-6)とした。

3D-GISでは、3Dデータの編集や可視化が可能であり、UAV撮影時の3次元表示(写真-2,図-9)、痕跡水位の計測位置(X,Y)や水位(Z)をポイント表示することで、高精度な再現が可能となる。(図-10,11)



写真-2 洪水時写真



図-9 3D-GISによる再現



図-10 支川河岸浸食



図-11 計測位置表示

現地計測した痕跡水位に合わせた水面(洪水位)を作成、表示することで洪水時の状況を可視化することが可能である(図-12,13)。また、洪水位を任意に変更することも可能であり、既往最大水位の再現や計画高水位による被害範囲把握のシミュレーションを行うこともできる(図-14,15)。この作成した3D痕跡データは、Webを介して共有閲覧する目的で、オンラインシステムにより受発注者間で共有した。



図-12 平水位



図-13 洪水痕跡水位

【水位上昇によるシミュレーション】



図-14 洪水痕跡水位での再現



図-15 既往最大水位での再現

## 6 おわりに

洪水痕跡調査の結果を、3D-GISにより可視化することで、本川河道の洪水再現を高い精度で表現することが確認でき、本川水位の背水影響により支川の河岸浸食が生じた原因特定も把握することができた。

今回のUAV写真による3Dデータ活用は、主に氾濫危険区域となる局所的な河道領域に焦点を当てて行い、広域的な氾濫原エリアのデータは国土地理院のDEMを活用している。今後、国土交通省が主導するPLATEAU(3D都市モデル)の整備領域が広がることで、広域的に3D氾濫原の表現が可能となる。また、近年ではALB航空写真を用いた3Dモデル作成技術も進んでいる。これらの広域的データを活用し、洪水直後の洪水痕跡をUAVによる3Dデータと統合利用することで、高精度な洪水痕跡等の再現シミュレーションが可能となることが期待される。

参考文献

点群データの取得と処理 (公)日本測量協会

# 都市部水管橋における耐震診断と、 周辺支障物を踏まえた耐震補強対策の検討事例



**横田 真育**  
 構造技術本部 構造部 構造橋梁グループ  
 主任  
 コンクリート構造診断士  
 m.yokota@nix-japan.co.jp



**丸山 貴弘**  
 構造技術本部 構造部 構造橋梁グループ  
 担当課長  
 RCCM(鋼構造及びコンクリート)  
 t.maruyama@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

都市部の管路ネットワークの多くは地下に埋設してあるが、水管橋により河川を架空で横断しているものが存在する。近年、豪雨災害が頻発しており、都市部においても水管橋や添架管に被害が発生している。加えて、大規模地震の切迫性が指摘されており、バックアップ機能が確保されていない水管橋や添架管が流出した場合、復旧に時間を要し、断水等の影響が長期化する恐れがある。このような問題等に対し、行政では水管橋や添架管の地中化対策を推進しているところであるが、すべての水管橋等に対策を実施するためには、長時間かつ膨大な費用が必要であり、実施に至るまでの施設の耐震性の担保が課題となる。

また、大都市部においては、空頭の制限、狭隘空間、既存構造物近接での施工は避けて通れず、多数の周辺支障物や制約条件を考慮した対策の立案も課題である。

本稿では水管橋の耐震診断事例について紹介するとともに、都市部狭隘地における周辺支障物や制約条件を踏まえた耐震補強対策の検討事例について紹介する。

## 2 対象水管橋

当橋梁は、古くは河川であった親水公園を横過する道路橋の上流・下流それぞれに架かる配水本管である。基本事項を表-1に、橋梁位置を図-1に示す。図-2、図-3は耐震診断を行う上で、既設橋が保有する留意点を3次元的に可視化したものである。

表-1 基本事項

橋名	A橋	B橋
	管径	配水本管φ2000mm
上部工形式	単径間単純支持パイプビーム	3径間単純支持パイプビーム
下部工形式	橋台: RC曲管防護(逆T式)	橋台: RC曲管防護(重力式) 橋脚: パイルベント橋脚
基礎工形式	橋台: 鋼管杭	橋台: H形鋼杭
橋長(支間長)	52.2m(44.0m)	46.9m(12.97m+15.34m+12.97m)
占用河川	親水公園	親水公園
橋齢	54年	58年

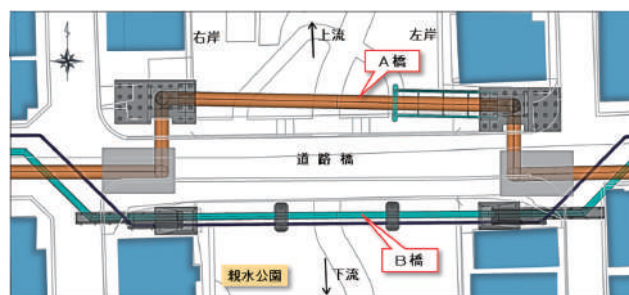


図-1 橋梁位置

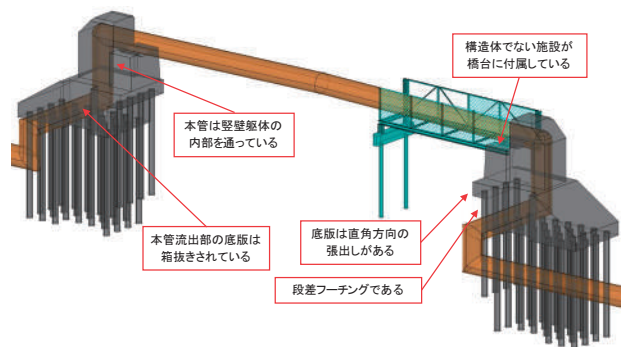


図-2 A橋 3次元既設モデル

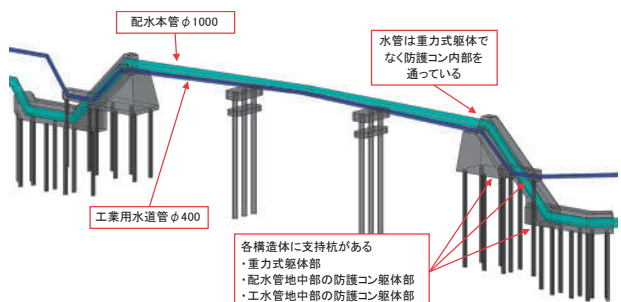


図-3 B橋 3次元既設モデル



### 3 耐震診断

本稿では、B橋の耐震診断について紹介する。本橋は構造的にシンプルな3径間の単純支持パイプビームであり、橋脚高さも低く、地震時の挙動が複雑でないため、静的解析法を用いて耐震性能の照査を行った。

#### (1) 橋台の耐震診断

橋台の躯体寸法やコンクリート強度、鉄筋径やピッチ等の条件は、竣工図等の既存資料を基に設定し、不明な情報については現地コア抜きによる材料試験や、鉄筋はつり調査、現地寸法計測により補足した。地盤条件は近傍の地質調査結果を用い、Ⅲ種地盤と判定、また、レベル2地震時に液状化すると判定された。B橋においては、橋台杭基礎の形式について、塑性変形が期待できず耐震性に乏しいH形鋼杭と想定されたため、レベル1及びレベル2地震時で照査NGとなった。(図-4)

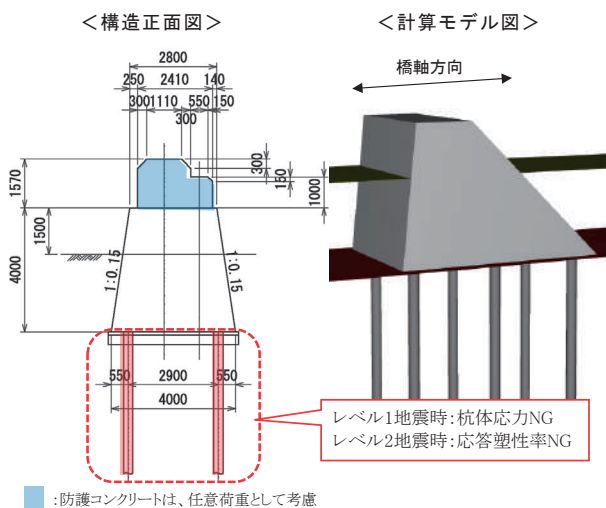


図-4 橋台の耐震診断結果

#### (2) パイルベント橋脚の耐震診断

パイルベント橋脚とは、杭を沓座付近まで立ち上げ、杭頭部を梁で連結したシンプルな構造であり、縮切等が不要であるために、過去に数多く採用されてきた。しかしながら、非常にフレキシブルな構造であるために、地震時の応答変位が大きくなり、耐震性に劣る場合が多い。また、その形状から治水上の支障があるため、昭和51年に施工された河川管理施設等構造令より原則禁止となり、以降の架設は少なくなったが、それ以前に建設された橋脚が多数現存する。

今回対象とするパイルベント橋脚は、一般によく見られる橋軸方向に1列に配置された単列杭配置であり、橋軸方向の剛性が乏しく、基礎体が降伏した時点で変位が急増する。

パイルベント橋脚の静的照査は、パイルベント橋脚の枕梁をフーチングと仮定し、突出した2列の杭として地震時保有水平耐力法により行った。なお、前述の通り、周辺地盤は液状化層を含むため、耐震性の判定は、基礎の塑性化を許容することとし、応答塑性率により照査を実施した。

耐震性能照査の結果、レベル2地震時で本パイルベント橋脚には降伏は発生せず、結果的に塑性率照査を行う必要がないものとされたことから、現行基準を満足する耐震性能を有することが確認された。(図-5) 一般に耐震性能に乏しいとされるパイルベント橋脚であるが、今回対象とした橋梁は水管橋であり、道路橋などに比べて重量が比較的軽く、特に、橋軸方向の慣性力については、通水管と管内水が一体に挙動することがないために、水重に起因する慣性力は考慮しないことが、作用力を低減させている大きな要素であった。

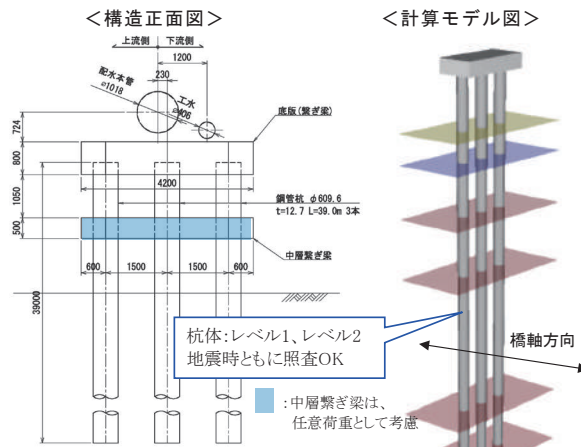


図-5 パイルベント橋脚の静的照査モデル

#### (3) 伸縮可撓管の耐震診断

伸縮可撓管は、主に、温度変化による鋼材の伸縮の変位吸収や、建設時のキャンバー(たわみ)変化の吸収、施工誤差の吸収、地震時の橋台・橋脚間の相対変位差の吸収のために設置される。既設伸縮管の竣工図面は無かったが、一般図の記載と現地状況から、ドレッサー型と判定された。建設当時のドレッサー型継手は、一般的に規格がなく、現場毎にオーダーメイドで設計されていた。このため、竣工図がない本橋では、許容伸縮量の設定が課題であった。

本業務では、許容伸縮量の設定に資する情報を得るため、超音波探傷器を用い、伸縮管の端部から本管の挿し込み量を測定した。本管より伸縮管の方向へ、超音波を走査させ、管端部で反射して戻ってくる時間を測定し、挿し込み量を算出する。(図-6)ただし、実際はスリーブの内側にはゴム輪があり、その詳細

な距離は伸縮可撓管を外してみないと測定が出来ないため、測定した値(挿し込み量)は実際の許容伸縮量とは異なるものであるが、参考値として取り扱うこととした。

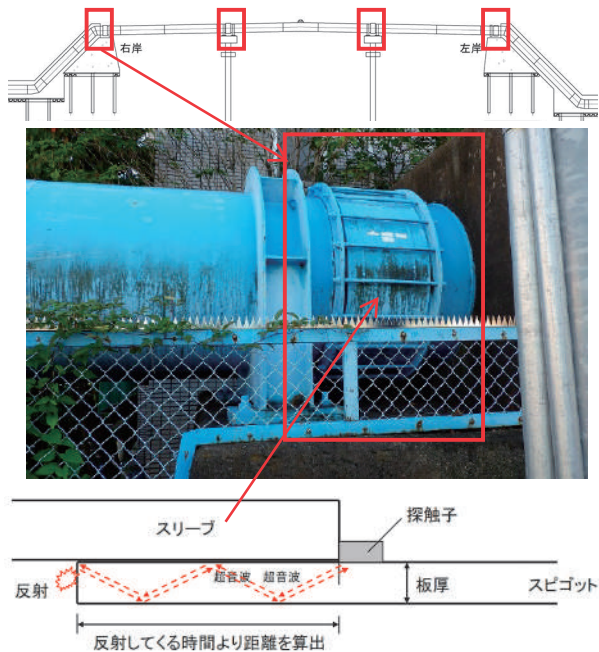


図-6 伸縮管の本管挿し込み量の調査

耐震診断の結果、レベル2地震時の移動量に対して照査を満足しない結果となった。これは、静的解析では下部工間の相対変位量から伸縮管に生じる移動量を設定するが、前述の通り、橋台の杭形式は塑性化が全く期待できないH形鋼杭であるために橋台の応答変位量が非常に大きくなるためである。このため、本橋において大規模地震時に伸縮管からの逸脱を防ぎ、地震時も通水性能を阻害しないためには、伸縮可撓管の取替による対策だけでは満足せず、橋台杭基礎の耐震性能の向上による応答変位量の低減を図ることが必要となった。

表-2 伸縮可撓管の耐震診断結果

伸縮管	照査荷重	単位	移動量	許容値	判定
第1径間 (右岸側)	レベル1	(mm)	+26,-25	±205	OK
	レベル2	(mm)	+842,-841		NG
第2径間 (中央)	レベル1	(mm)	+20,-18	±201	OK
	レベル2	(mm)	+175,-174		NG恐れ有*
第3径間 (左岸側)	レベル1	(mm)	+26,-25	±200	OK
	レベル2	(mm)	+665,-664		NG

\*現地計測した挿し込み量は参考値であり、移動量に対し余裕がないため、恐れ有とした。

## 4 耐震補強工法の提案

### (1) 落橋防止システム

既設の伸縮可撓管は、レベル2地震時の移動量に対し、許容飲み込み量を超過するため、対策を講じる必要がある。また、次項に示す増杭により、レベル2地震時の橋台の応答変位は既設に比べ大きく低減さ

れるが、なおも既設の伸縮管では飲み込み量が不足する結果となった。このため、施工条件としては、本路線の一時的な断水が可能であったため、伸縮管の取替を提案した。断水後に既設伸縮管を撤去し、リペアスリーブジョイントを被せてボルト接続により取付けることで、伸縮可撓管の性能向上を行うものである。

その他、落橋防止システムとして機能が不足していた支承縁端距離の確保のための橋座拡幅工法や、伸縮管からの漏水を防止する目的で設置が必要な落橋防止構造、橋軸直角方向への落橋を防止する横変位拘束構造について、複数案から比較を行い、提案を実施した。

### (2) 橋台の耐震補強工法

前述の通り、橋台杭基礎の対策が必要となったが、既設のH形鋼杭は塑性化が全く期待できない部材であるため、増杭による対策は避けて通れない。周辺支障物としては、側方には民家が張り付き、反対側には道路橋が近接、その地下には同局が管理する立坑が存在、橋台背面は本管の埋設がある。また、橋台前面は本管の架空部であるために、増杭は空頭制限下での施工となる。(図-7)



図-7 B橋 周辺支障物

増杭の検討においては、既設杭の耐震性能を無視し、増杭のみで耐震性能を確保できる方針で工法の立案を行う。鋼管杭による増杭(①案)は最低でも桁下が6.0m必要であるが、一方で高耐力マイクロパイル(②案)は桁下が4.5mあれば施工が可能であり、施工時の桁下の掘込みがより省規模とできる。そうならば近接する民家や立坑、道路橋や護岸などの周辺構造物への影響もまた小さく抑えることが可能なため、杭単独の施工費は他工法に比べて高くなるものの、施工性に優れる②高耐力マイクロパイルによる増杭を推奨案とした。(表-3)補強概要を示した3次元モデルを図-8に示す。



# 5 おわりに

本業務の成果は、今後、発注が想定される詳細設計業務の予備資料となるものである。検討業務時点から課題を3次元表示により可視化することで、経済性や構造的、施工性等の観点から合理的に評価・分析することが可能となり、後プロセスにおける手戻りをなくし、水道事業を推進するうえでの生産性向上に寄与できたものとする。

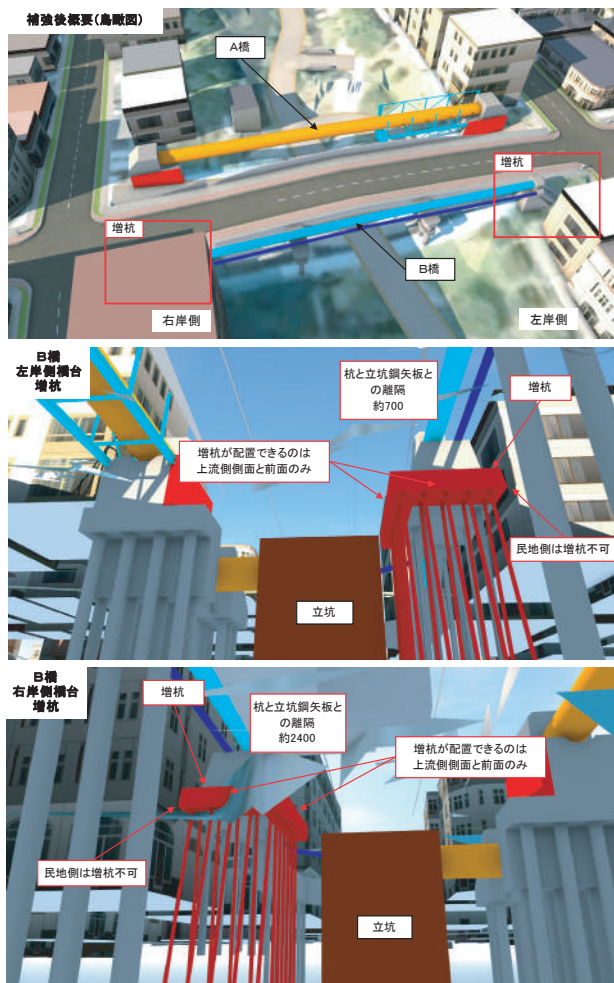


図-8 B橋 3次元補強概要モデル

表-3 B橋橋台部 補強工法選定結果

	①増杭：鋼管杭(SPACE21工法) φ600 既設杭無視	②増杭：高耐久マイクロパイル工法 φ177.8 既設杭無視
概要図 (前面→)		
杭長、杭本数	杭長 32.00m、杭本数 7本、鋼管径 φ600	杭長 35.00m、杭本数 15本、鋼管径 φ177.8
施工概要図		
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎補強は空頭制限下の施工となり、低空頭対応工法として、SPACE21工法を採用する。</li> <li>SPACE21工法は回転圧入中掘鋼管杭打設工法であり、施工機械が小さいため、狭小箇所・空頭制限下の施工に適している。</li> <li>空頭制限は6.0mの場合、単杭長は2.0m程となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎補強は空頭制限下の施工となり、低空頭対応工法として、高耐久マイクロパイル工法を採用する。</li> <li>高耐久マイクロパイル工法は、杭径300mm以下の小径杭であり、異形棒鋼と高強度の鋼管を埋め込むことで高耐久・高支持力の杭を築造するもの。</li> <li>施工機械が小さいため、狭小箇所・空頭制限下の施工に適している。</li> <li>空頭制限は4.5mまで対応可能。</li> </ul>
経済性	杭単独の施工費では、②案に比して経済的である。	○ 杭単独の施工費では、①案に比して費用が掛かる。
環境への適応性	桁下は2.4~3.0m程影り込む必要があるため、②案に比して周辺環境への影響が大きい。	× 桁下は1.3~1.8m程影り込む必要があるが、①案に比して周辺環境への影響は小さい。
総合評価	杭施工の経済性は優れるが、周辺環境への影響が②案に比して大きい。	△ ①案に比べ、杭施工の経済性は劣るが、周辺環境への影響は小さい。土工、撤去・復旧工等を含む全体工事費を考えると、①案との差は縮まるものと推定する。

# 参加率向上を目指した水田貯留機能の定量的評価指標の策定と活用



**堀 孝成**  
 インフラマネジメント事業本部 社会基盤部  
 流域保全グループ プロジェクトマネージャー  
 技術士 総合技術監理部門(建設)/建設部門/上下水道部門  
 t.hori@nix-japan.co.jp



**森田 信彦**  
 インフラマネジメント事業本部 社会基盤部  
 流域保全グループ プロジェクトマネージャー  
 技術士 建設部門(河川、砂防及び海岸・海洋)  
 morita@nix-japan.co.jp

## 1 はじめに

### (1) 本報告の目的

気候変動に伴う降雨増への適応策として、流域内のインフラ(治水・利水ダム、遊水池、農業水利施設、ため池、水田等)の貯留能力・洪水調節機能を可視化し、流域の氾濫リスクの定量的な評価に基づくオペレーションを可能とすることで、既存インフラを最大限活用した水害被害軽減の実現が望まれている。

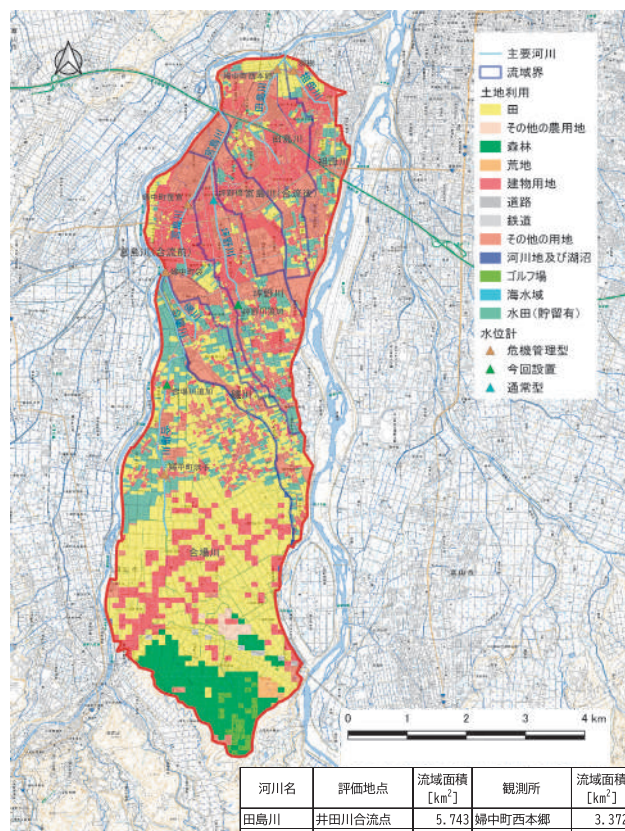
本報告は、流域内の既存インフラのうち水田に着目し、水田の洪水に対する貯留効果の定量化・可視化により、流域治水の本格的な実践を図るための基礎資料とするものである。

### (2) 対象地区の概要

本報告の対象としている地区として、富山市西部の神通川と神通川支川井田川の間位置する面積約36.7km<sup>2</sup>の低平地である富山市婦中町を「モデル地区」とした(図-1)。

「モデル地区」は、田島川・祖母川、宮島川・坪野川、磯川・合場川の6河川が流下し、過去に浸水被害が頻発しており、河川整備が進められているが現状で対策不十分な地区である。流域に占める水田面積割合は流域ごとに異なり25~60%、平均約40%である。

これらの中で特に過去からの浸水被害が頻発しており、大型ショッピングモール等大規模施設が存在する宮島川・坪野川流域を「代表地区」とする。「代表地区」では水田面積割合は約25%となっている。



河川名	評価地点	流域面積 [km <sup>2</sup> ]	観測所	流域面積 [km <sup>2</sup> ]
田島川	井田川合流点	5.743	婦中町西本郷	3.372
祖母川	田島川合流点	2.124	羽根	2.042
宮島川	井田川合流点	7.539	婦中町笹倉	1.883
坪野川	宮島川合流点	3.241	坪野橋	3.041
磯川	井田川合流点	2.374	婦中町袋	2.374
合場川	井田川合流点	15.634	婦中町浜子	8.121
合計		36.655		

図-1 「モデル地区」の土地利用分布

評価開始時点での水田貯留参加率(全水田に対して水田貯留に参加している割合、以下参加率と記す)は流域ごとに異なり15~60%、平均約30%である。代表地区では参加率は約54%となっている。

### (2) 事業実施上の課題

水田貯留について定性的な効果は謳われていたが、定量的な評価については事例が乏しい状況であった。

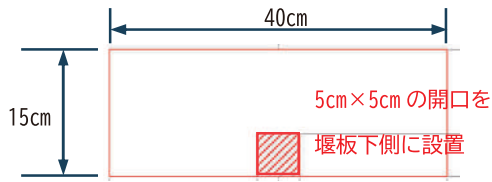
水田ごとの貯留効果や水田が有する貯留効果を流域単位で定量的に把握したうえで、受益者・流域住民の水田貯留参加率維持・向上を図るための水田貯留効果の説明・提示が必要となった。

## 2 業務上の課題

### (1) 事業概要

モデル地区は以前から水田貯留が実施されている地区である。水田貯留の方法としては、水田落水口に図-2に示す穴あき堰板を設置することで落水口からの流出量を抑制し水田に貯留する機能を設けるものである。





現状の水田貯留堰板例(穴あき堰板)



水田貯留有 水田貯留無

図-2 水田貯留に用いられている堰板および配置

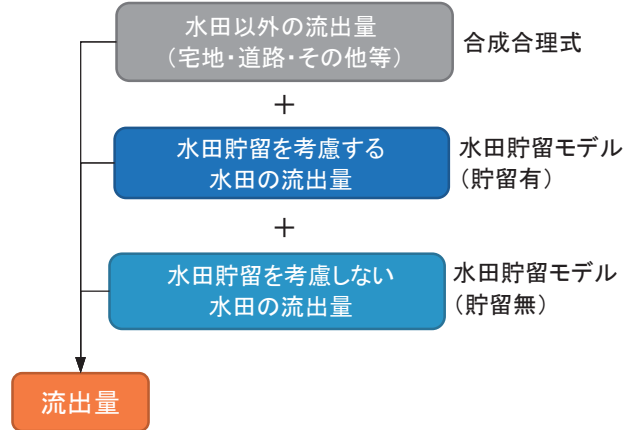


図-3 流出量の算定方法概念図

### 3 課題に対する対応

#### (1) 水田・流域からの流出量算定方法

水田貯留の効果評価について、本報告の対象流域はいずれも流域面積50km<sup>2</sup>未満で流域内にダム等の洪水調節施設が存在せず合理式の適用が可能な流域である。この特性を踏まえ、以下に示す方法により流出量の算定を行った。

- ①対象とする流域を「水田以外」「水田(貯留有)」「水田(貯留無)」の3種類に区別する。
- ②「水田以外」については、時系列変化を考慮した合成合理式を基とした流出解析を用いて流出量を算定する。
- ③「水田(貯留有)」「水田(貯留無)」は水田のオンサイト貯留として評価する。評価の対象とする水田の面積をA [km<sup>2</sup>]とすると、水田の水深H [m]の変化量は式(1)により判定される。

$$\frac{dH}{dt} = -\frac{Q}{A} + R - L \quad (1)$$

ここに、R:降雨量 [m/s]、L:減水深 [m/s]である。減水深Lについては、一般的な河川の流出形態と比較するとL=(1-f)・R (f:流出係数)に相当する。

式(1)で示す流出量Qと水田の水深Hとの関係をもとに、時間変化を考慮したルンゲ・クッタ法(4次)により水田の水深の時刻変化を算定する。<sup>1)</sup>(以下、このモデルを「水田貯留モデル」と記す。)

- ④合理式では流域を土地利用のみで分割した場合に、全流出量が各土地利用での流出量の和となる特性を基に、②で算定した「水田以外」の流量時系列と③で算定した「水田(貯留有)」「水田(貯留無)」それぞれの流量時系列とを合算して流域からの流出量とする(図-3に計算の概念を示す)。

#### (2) 代表的な水田1枚の貯留効果の評価

現地状況ならびに既往研究事例を基に、「水田貯留モデル」を用いた数値解析を行い、近年発生した中規模降雨ならびに計画規模相当降雨を対象として効果の評価を行った。なお、流出計算の際には、水田面積により落水口の個数が異なることから、水田面積を1000m<sup>2</sup>単位で分級し、分級単位での流出量を算定した。この結果、水田貯留の実施により中小規模洪水で流出量を約30%まで抑制する効果(図-5)、計画規模洪水で流出量を約20%まで抑制する効果が確認できた(図-4)。この効果は波形によって異なることも確認した(図-5)。

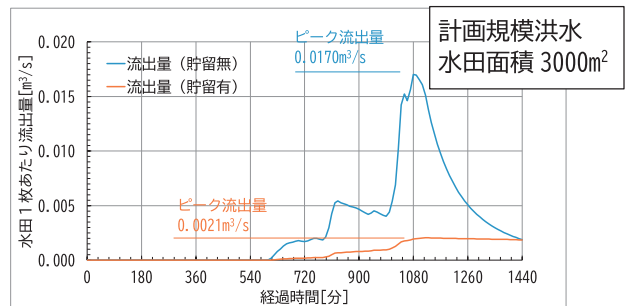


図-4 水田貯留効果算定例

#### (3) 流域に対する水田貯留効果

流出解析手法の中では水田貯留効果の表現を表す指針は特に存在していないため、流域全体に対する抑制量評価について、合理式で流出量の算定が可能な「モデル地区」を対象として3.(1)に示す合成合理式ならびに水田貯留モデルの考え方をういて流域内の水田貯留効果算定を実施した(図-6)。

この結果、現状の水田貯留参加率で中小規模洪水に対し約2~10%、計画規模洪水に対し2~6%のピーク流量低減効果がある(参加率100%の場合は参加無に対し約4~10%の効果)と算定された。

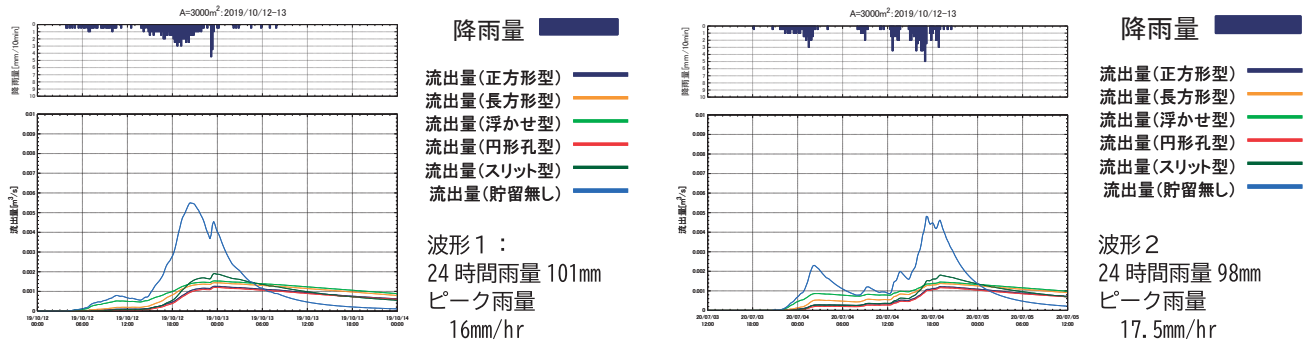
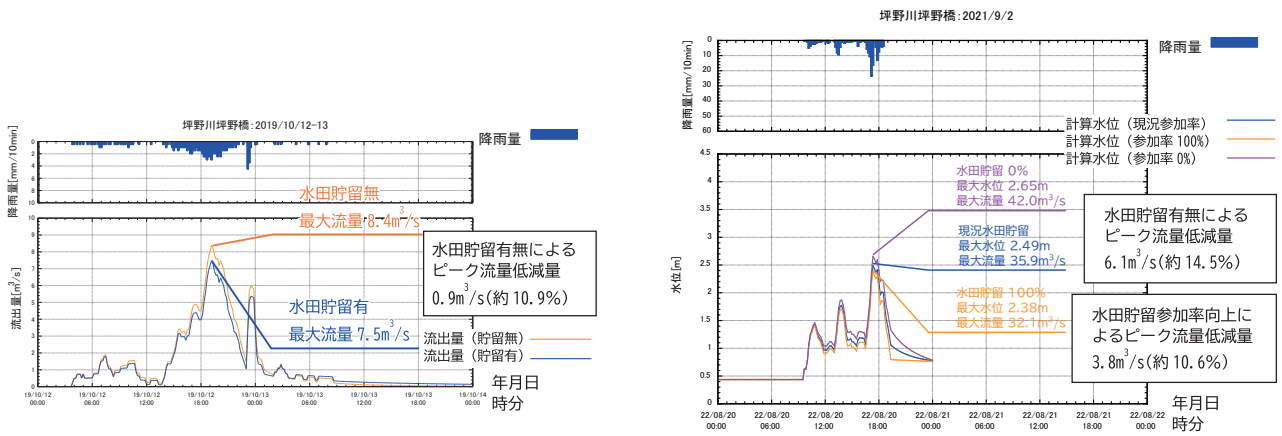


図-5 水田貯留効果算定例(中小規模洪水:水田面積3000m<sup>2</sup>)



中小規模洪水での水田貯留効果例

計画規模洪水での水田貯留効果例

図-6 流域単位での水田貯留効果(代表地区)

#### (4) 各種指標による水田貯留効果の説明

水田貯留効果の評価については、河川水位の低減量・想定浸水戸数の評価を合わせて実施した。

##### a) 河川水位の低減効果

河川水位について、水田貯留の実施状況を現況参加率、参加率0%、参加率100%としたときの流出量を算出し、対象とする河道断面におけるH-Q式を別途整理したうえでH-Q式を用いて水位に換算した。河川管理の観点からは、断面形状および評価高・河岸高と水位との関係を基に水田貯留の効果(水位低減効果および氾濫防止効果)の評価が可能となる。代表地区においては、計画規模降雨に対

して現況の水田貯留実施により河川最大水位が約20cm低下し、水田貯留の参加率を100%まで引き上げるにより河川最大水位はさらに約10cm低下させることが期待できる結果となっている(図-7)。

##### b) 想定浸水範囲の推定・浸水戸数による効果評価

a) で算定した河川水位を基に、「地形情報を活用した内水浸水想定」<sup>2)</sup>の手法に基づき浸水範囲の概算を行った(図-8)。また、この結果と基盤地図情報基本項目「建築物の外周線」<sup>3)</sup>を用いて、浸水範囲内建物数ならびに道路冠水・床上浸水建物数を算定し、水田貯留の効果を評価した。



図-7 水田貯留の参加率による最大水位の変化(計画規模降雨・代表地区)



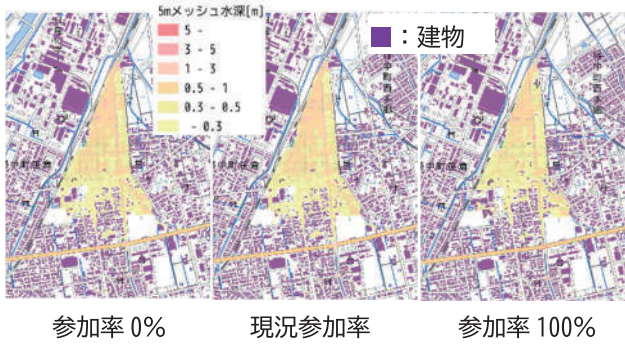


図-8 地形情報を活用した内水浸水想定手法による水田貯留実施状況事の最大浸水範囲(代表地区)

表-1 浸水建物数から見た水田貯留効果例

(代表地区)

浸水0.30m以上(道路冠水除く)

確率規模	浸水建物数[棟]			浸水建物減少数[棟]			浸水建物減少率[%]		
	①	②	③	②-①	③-①	③-②	1-②/①	1-①/③	1-②/③
中央集中型	143	71	152	72	9	81	50	6	53
20200820型	217	143	332	74	115	189	34	35	57

※記号: ①現状参加率 ②参加率100% ③参加率0%

浸水0.45m以上(床上浸水)

確率規模	浸水建物数[棟]			浸水建物減少数[棟]			浸水建物減少率[%]		
	①	②	③	②-①	③-①	③-②	1-②/①	1-①/③	1-②/③
中央集中型	53	12	152	41	99	140	77	65	92
20200820型	121	53	226	68	105	173	56	46	77

※記号: ①現状参加率 ②参加率100% ③参加率0%

$Q_s / (Q_s \text{の最大}) \}^2$  が最小となるときのパラメータ  $\alpha$  ( $=0.2 \sim 0.5$ 相当) と  $\beta$  との関係が見られた(図-9)ことから、水田貯留後の流量を合成合理式の流量  $Q_G \times$  パラメータ  $\alpha$  として水田貯留効果を合成合理式のみで概略的に推定できる可能性が示唆された。

これまでの検討結果より、計画規模・中小規模相当では水田貯留効果が見込まれる結果が得られたことから、河川整備計画における水田貯留効果の裏付けとなり、水田貯留効果を対外的に説明するための資料の一助となる結果を得ることができたと考える。

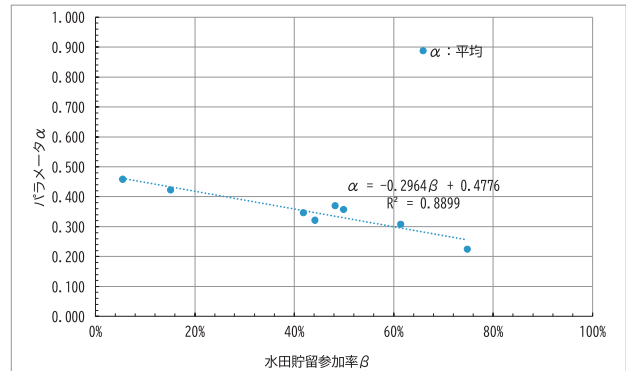


図-9 水田貯留参加率  $\beta$  と解析手法による流量比のパラメータ  $\alpha$  との関係

## 4 新規性・市場性の観点を含めた技術的成果

### (1) 得られた成果

これまで河川流域を対象とした評価がほとんど行われなかった水田貯留効果評価として、数値計算主体の検討を実施し水田貯留による流域の流出削減効果を定量的に示し、対外的な説明手法の一助としたものである。水田の貯留効果の評価は今後のハザード推定の中での要素技術として組み込むことが期待される。

また、農地を多く有する地方自治体での流出抑制効果の評価に適用可能であり、ハード整備・既存施設活用と併せ流域治水上の具体的効果評価に結び付くものである。

### (2) 他地域への展開

これまでの検討内容は、「モデル地区」を対象として検討を実施した内容であるが、他地域への展開として、この内容を踏まえ他地域へ水田貯留効果を評価する場合の展開方法を検討した。

また、本検討結果を踏まえ、「水田貯留モデル」を介さずに合成合理式のみでの水田貯留効果の算定可否を推定した。これまでの水田貯留モデルを用いた解析結果と合成合理式との解析結果から、水田貯留参加率  $\beta$  と合成合理式での流出量  $Q_G$  の  $\alpha$  倍と水田貯留モデルでの流出量  $Q_s$  との誤差 ( $\sum |\alpha Q_G -$

## 5 今後の課題

今後、本検討で得られた知見に基づき、4. で挙げた他地区への展開やさらなる精度向上を図ることが必要と考える。また、河川整備計画において、気候変動に対する流量増への適応策として、水田貯留が流域内の洪水調節機能を有する説明に資するよう、また段階的な河川整備の中で水田が補助的な洪水調節機能を有する施設として挙げられるよう、さらに計画論上の効果を評価する必要があると考える。

謝辞: 本業務の遂行にあたり、富山市河川整備課よりご指導・ご支援を賜り、皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献・資料:

- 1) 「田んぼダムの落水量調整に求められる要件と垂直設置調整板の適切な流出孔形状」(農業農村工学会論文集No.268, pp.39-45, 2010.8)
- 2) 「内水浸水想定区域図作成マニュアル(案)」(国土交通省水管理・国土保全局下水道部, pp.54-56, 2021.7)
- 3) 「基盤地図情報ダウンロードサービス」(<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>)

# オフィスの駅前移転はエコ通勤や仕事への意欲を高めるのか



市森 友明  
代表取締役社長  
博士(経営科学)  
技術士 総合技術監理部門/建設部門(トンネル)

## 1 はじめに

地域社会における過度な自動車への依存は、地域企業勤務者の通勤交通における自動車分担率の高さが主要因であり、一部の地域では80%を超える分担率となっている。また、地域企業は公共交通サービスレベルが低く、地価が安価な郊外に、オフィスや工場を立地している場合が多く、自動車利用を促進する状況にある。公共交通サービスレベルの高い地域は一般的に地価や賃料が高く、企業はそのオフィス立地費用に見合う収益が求められる。

このように、エコ通勤を促進するために公共交通サービスレベルが高い地域にオフィスを立地することは、高コストであり、企業利益とはトレードオフの関係であると認識されている。一方、市森ら<sup>1)</sup>による先行研究は、イグレス(最寄り駅から職場までの区間)の所要時間(以後、“イグレスの所要時間”を単に“イグレス”と呼称する)の短縮が、企業業績に関連するワークモチベーションの一つである、地域志向的モチベーションを向上させ得ることを示唆した(図-1)。

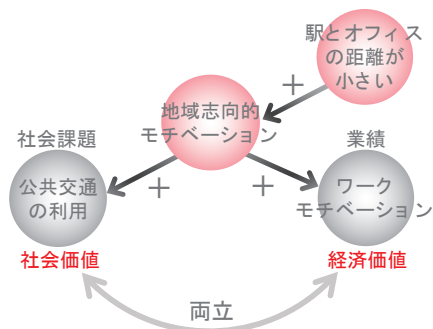


図-1 イグレスと公共交通・ワークモチベーションの関係

そこで、本稿では、NiX JAPAN本社が郊外(呉羽地域)から富山駅周辺へオフィスを移転した機会を捉え、オフィス移転にともなう、通勤手段の変化と、仕事への意欲などの諸因子の変化を調査し、移転の効果を分析する。

## 2 本調査について

図-1は全国の地域(政令地方都市未満)企業勤務者と都市(東京23区、および、大阪市)企業勤務者を対象としたアンケート調査(n=1,550)より得られた因果関係である。一方で実際の駅前移転によるイグレスの変化を捉えるには、勤務地が変わる、勤務地周辺の公共交通網に変化が生じるなど、大規模な社会環境変化が必要になる。ここでいう勤務地が変わるといえるのは、社内異動や転職に伴うものではなく、勤務している企業のオフィス移転などが対象となる。なぜなら、異動や転職の場合、業務内容にも変化が伴うため、イグレスの影響のみを抽出するのが困難になるためである。このことから、実際のイグレスの変化がワークモチベーションの変化に与える影響を考究するのは容易ではない。オフィスの移転に関する研究においては、オフィス移転の機会を捉えて、従業員の態度変容や行動変容を調査した研究や、イグレスに関する研究は筆者の知る限り見当たらない。本稿では、実際のオフィス移転と、態度や行動の変容との関係について分析を行うものであり、この研究の新規性であり、かつ貴重な調査結果となると考える。



### 3 調査対象について

当社は2019年10月、本社を郊外から多くの公共交通機関の結節点となる富山駅近辺へ移転した。新本社オフィス(以下新本社)は、富山駅から、距離0.7km、徒歩8分に位置し、当該駅は、鉄道2路線、路面電車3路線、バス、タクシー等の複数の交通機関の結節点であり、公共交通サービスレベルが極めて高い立地といえる。



図-2 新旧オフィスの位置関係

当社は移転以前に、富山駅近郊(新本社から約200mの距離)にもオフィスがあり、旧本社(呉羽地域)を上回る数の従業員が勤務していた。その従業員も、新本社に移転するが、富山駅からの距離の変化(所要時間の変化)が殆どないことから、イグレスの変化がないと考えることができる。すなわち、本ケースは、一地域企業において、イグレスが変化した従業員と、イグレスが変化しない従業員が対象となるため、イグレスの変化による影響を分析できる極めて稀なケースであると考えられる。

### 4 分析方法と調査概要

オフィス移転前後でのアンケート結果を使用する。イグレスに変化がある移転群(呉羽⇒新本社)と、イグレスに変化が無い非移転群(旧富山駅前ビル⇒新本社)との比較により、移転の影響を分析する。具体的には、回答結果を用いた因子分析の結果から得られる、諸因子の平均値や、エコ通勤割合の差の検定を実施するとともに、仕事への意欲につ

いては、類型化分析を用いることで、個人レベルの変化についての考察も加えている。

オフィス移転前となる2019年10月2日～同7日、および、オフィス移転後の2021年3月16日～同23日に、ほぼ同じ内容のアンケート調査を実施している。なお、移転前のアンケートは、市森ら<sup>1)</sup>の研究で用いているものと同じ調査となっている。アンケート調査の回答者は、移転群が26名(27%)、非移転群が70名(73%)、男性が58名(67%)、女性が29名(33%)である。

## 5 オフィス移転前後の比較

### (1) エコ通勤割合の変化

オフィス移転前後でのエコ通勤割合について比較を行った。図-3より、イグレスに変化があった移転群は、エコ通勤の割合が大幅に増加し、イグレスに変化がない非移転群は、変化が無いことが示されている。

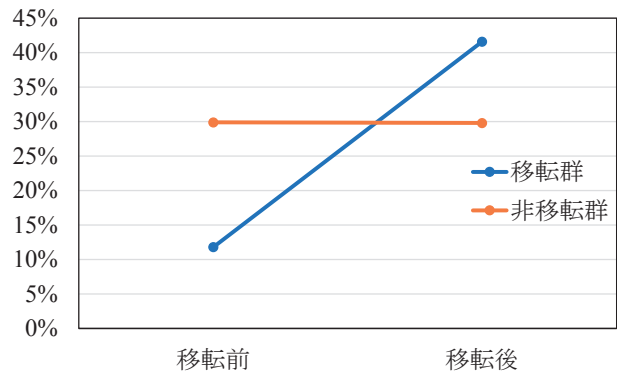


図-3 エコ通勤割合の集計結果

表-1 エコ通勤割合に関する平均値の差の検定結果

		N	平均	S.E.	t	
移転群	移転前	23	11.8%	0.10	2.87	**
	移転後		41.6%			
非移転群	移転前	57	29.9%	0.04	0.03	
	移転後		29.8%			
移転前	移転群	26	10.4%	0.10	2.15	*
	非移転群	61	31.2%			
移転後	移転群	23	41.6%	0.12	0.81	
	非移転群	65	32.3%			
移転群	移転後-移転前	23	30.0%	0.09	3.48	**
非移転群	移転後-移転前	43	0.00%			

\* : p<0.05, \*\* : p<0.01

平均値の差の検定結果(表-1)から、移転群では、移転前後で、エコ通勤割合が有意に増加しており、非移転群では、移転前後で、エコ通勤割合に有意差が無いことが分かる。移転群と非移転群の検定では、移転前には、イグレスの小さい非移転群のエコ通勤割合が有意に大きくなっていたが、移転後では有意差はなくなっている。

また、移転前後の変化量に関しても、移転群の方が有意に大きくなっている。

## (2) 仕事への意欲の変化

「仕事への意欲」について、移転群は若干向上しているが、非移転群においては、有意に低下している(図-4)。また、移転後においては、移転群の方が仕事への意欲が有意に高い(表-2)。仕事への意欲に関しては、アンケート調査実施時の社会情勢や、気候、企業の経営状況等、様々な外的要因や、自身の仕事の状況等、内的要因にも影響を受ける。内的要因は個人間で異なるものの、外的要因は、同じ職場にいる従業員、すなわち、移転群と非移転群に共通する事象である。これを踏まえると、移転群の仕事への意欲が維持され、非移転群において有意に低下していること、さらには、移転後に両群で有意差が生じていることから、移転が仕事への意欲に何らかの影響を与えていることが推察される。

一般的に、仕事への意欲は、アンケート調査実施時の社会情勢や、気候、企業の経営状況等、様々な外的要因や、自身の仕事の状況等、内的要因にも影響を受ける。また、本ケースはCOVID-19の影響も考えられる。2019年に実施された移転前のアンケートは、COVID-19の影響前に実施されている。一方で、移転後のアンケートは、2021年3月のCOVID-19の感染状況が悪化傾向にある時期に実施されており、非移転群の仕事への意欲の低下傾向は、これら外的要因による対象従業員全体の傾向を示していると考えられる。そのような社会情勢において、移転群の仕事への意欲が、わずかながら上昇していることは、外的要因に影響を受ける

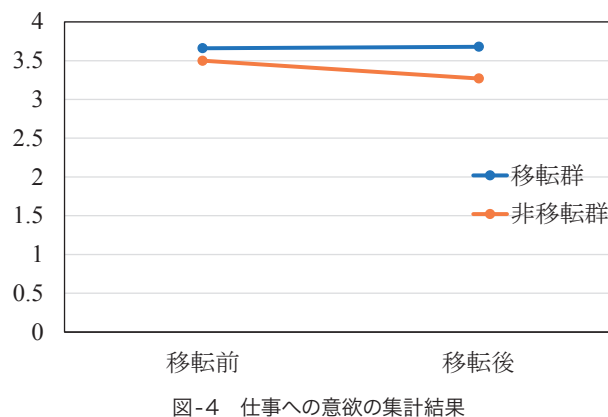


表-2 仕事への意欲に関する平均値の差の検定結果

		N	平均	S.E.	t
移転群	移転前	25	3.66	0.12	0.17
	移転後		3.68		
非移転群	移転前	54	3.50	0.58	2.90 **
	移転後		3.27		
移転前	移転群	25	3.65	0.15	0.99
	非移転群	60	3.51		
移転後	移転群	25	3.68	0.16	2.41 *
	非移転群	64	3.29		
移転群	移転後 - 移転前	25	0.02	0.14	1.71
非移転群	移転後 - 移転前	54	-0.23		

\* : p<0.05、\*\* : p<0.01

仕事への意欲の低下が、オフィス移転により抑制されたのではないかと推察できる。したがって、イグレスの短縮が、従業員のモチベーションに関連する仕事への意欲に正の影響を与えた可能性があるとし唆される。

## 6 「仕事への意欲」に関する類型化分析

COVID-19による社会情勢変化の影響は被験者ごとに異なると考えられる。そこで、被験者を個人レベルで類型化し、仕事への意欲の程度の変化の把握を試みる。まず、移転前の仕事への意欲に関して、クラスター分析を用いて被験者の類型化を実施した。この際、クラスター数は、いくつかのクラスター数についてBICを算出し、BICが最も小さくなった、3に設定した。一変数での分類であるため、被験者は、仕事への意欲が高意欲・中意欲・低意欲の3つに分類された(図-5)。



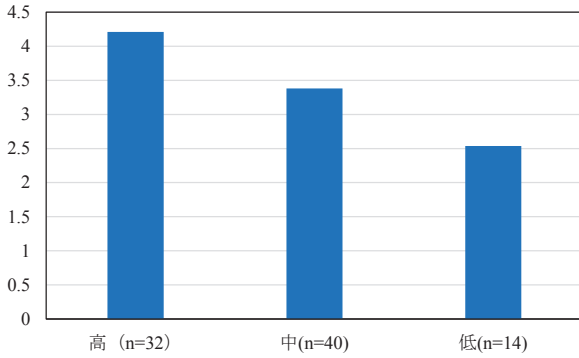


図-5 クラスタ分析結果

表-3 所属クラスターの変化の集計結果

カテゴリー	移動前		移動後		移動群	非移動群
	高	中	高	低		
仕事への意欲向上	中	高	5人(20%)		32%	9%
	低	高	0人(0%)			
	低	中	3人(12%)			
仕事への意欲低下	高	中	5人(20%)		24%	36%
	高	低	0人(0%)			
	中	低	1人(4%)			
仕事への意欲維持	高	高	7人(28%)		44%	55%
	中	中	2人(8%)			
	低	低	2人(8%)			

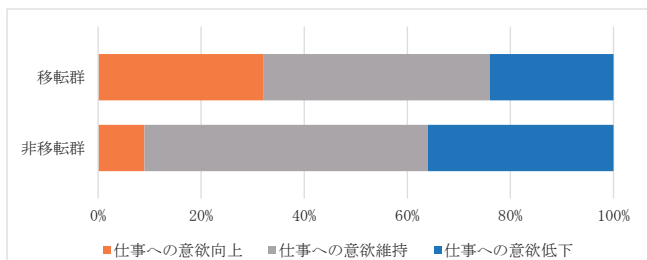


図-6 仕事への意欲の変化

つぎに、分類関数を求めるために、このクラスター分析の結果を用いて、判別分析を実施した。ここで得られた分類関数にしたがって、移動後の仕事への意欲により、被験者を分類した。移動前後のクラスターの変化を仕事への意欲の向上・低下・維持に分類し、移動群、非移動群のそれぞれで集計したものを表-3、図-6に示す。

仕事への意欲が向上した被験者の割合は、移動群で32%、非移動群で9%となり、移動群に多いことが示された。また、仕事への意欲が低下した被験者の割合は、移動群で24%、非移動群で36%となり、非移動群に多いことが示された。仕事への意欲を維持したカテゴリーで、高意欲を維持している割合

は、移動群が28%、非移動群が13%となり、移動群の方が高水準を維持する傾向も示されている。

先述のように、COVID-19やその他社会情勢等、外的要因の影響により、移動の影響の有無にかかわらず、仕事への意欲が低下傾向にあると想定される。このような状況を踏まえたうえで、仕事への意欲が向上した被験者の割合が、移動群の方が高く、仕事への意欲が低下した被験者の割合が、移動群の方が低く、高意欲を維持している被験者の割合が、移動群の方が高いことから、移動によって仕事への意欲が高まることが示唆されていると考えられる。

## 7 結論

本研究では、オフィス移動によるイグレスの短縮がエコ通勤割合と、仕事への意欲に及ぼす、正の影響を、様々な統計解析の結果により示すことができた。地域企業経営において、公共交通サービスレベルが高い地域への、オフィス移動の有効性を示したことは、本研究における実務的示唆であると考えられる。

また、駅周辺へのオフィス立地は、駅周辺の昼間人口増大に繋がり、課題である地域都市、特に駅周辺の衰退の抑制にもつながると考えられる。地域企業経営者は、一時的な費用の増加にとらわれることなく、中長期的な視点においてオフィスの立地を再考することが望ましいと考える。

※なお本稿は、下記論文を基に、本レポート用に内容を再整理したものであり、詳細は以下の文献を参照されたい。

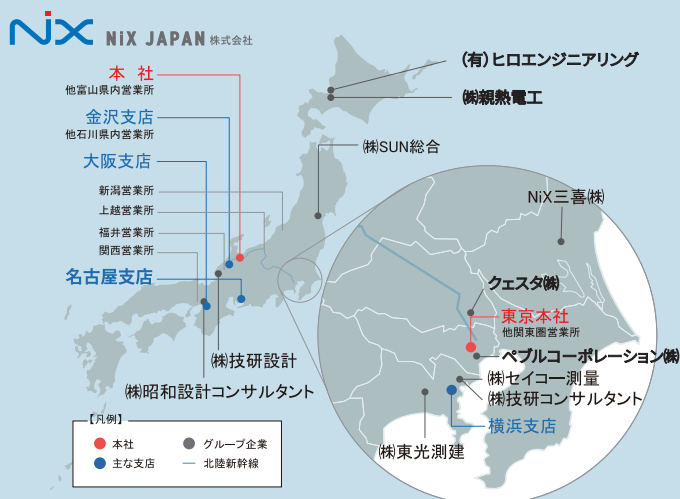
市森友明, 西垣友貴, 山田忠史, 「地域企業オフィスの立地のエコ通勤や仕事の意欲に及ぼす影響」, グローバルビジネス学会, 2022年「研究発表会」セッション3; ビジネス一般.

参考文献

[1] 市森友明, 西垣友貴, 山田忠史, 「地域志向とエコ通勤に着目した地域企業の社会的課題解決とワークモチベーション向上の両立可能性に関する研究」, グローバルビジネスジャーナル, 7(1), pp44-55, 2021.

## 会社情報

商号	NiX JAPAN株式会社 (NiX JAPAN Co. Ltd.)
代表者	代表取締役社長 市森 友明
設立	1979年4月25日
資本金	8,000万円
事業内容	インフラ技術サービス事業(総合建設コンサルタント、補償コンサルタント、測量調査業、新エネルギー開発事業)
本社所在地	富山本社 〒930-0857 富山県富山市奥田新町1番23号 TEL 076-464-6520 東京本社 〒101-0031 東京都千代田区東神田二丁目5番12号 TEL 03-6802-8876



## 各種認定など

