

15.1 公共事業におけるインフラの景観評価技術の開発

15.1.1 公共事業における景観検討の効率化に資する景観予測・評価技術に関する研究

担当チーム：特別研究監（地域景観チーム）

研究担当者：松田泰明、田宮敬士、笠間聡

【要旨】

国土交通省所管公共事業における景観検討の実施が原則化され、景観予測・評価の重要性が示されている。しかし、具体的な景観予測・評価の適用方法が明確に示されていないことから、現場で効果的に運用する上で課題がある。そこで本研究では、景観予測・評価を現場レベルで運用可能とすることを目的とし、景観予測・評価技術に関するガイドラインの作成を目指している。

令和元年度の主な成果として、①「CIM を景観予測に活用する際のメリットや課題」、②「景観評価手法等の違いが評価結果に及ぼす影響」、③「土木技術者による景観予測・評価が可能となるような具体的な手法や手順」に関する知見を得た。

キーワード：公共事業、景観検討、景観予測、景観評価、被験者実験、CIM

1. はじめに

1. 1 研究の背景

国土交通省では、平成 19 年 4 月以降、『国土交通省所管公共事業における景観検討の基本方針（案）』^①（以下、「基本方針(案)」という。）に基づき、すべての事業において景観検討の実施が原則化されている。また、平成 27 年 8 月に国土交通省より公表された『国土形成計画』^②においても「多様な意見を聴取しつつ景観評価を行い、事業案に反映させる景観アセスメントシステムの運用等により景観に配慮した社会資本整備を進める」とされている。さらに、平成 28 年 3 月に閣議決定された『北海道総合開発計画（第8期）』^③では、世界に通用する観光地づくりを進めるために「良好な景観形成など観光振興に資する技術研究開発を推進する」とされている。

なお近年では、地域振興や地域活性化を目的として、景観を活用したまちづくりへの機運も各地域で高まっており、これらの背景を踏まえると、より適切な景観検討の実施が求められている。

1. 2 研究の目的・内容

基本方針(案)の定義によると、構想・計画・設計段階における景観検討とは、「景観整備の方針の策定、景観の予測と評価、その結果を踏まえた計画・設計案への反映」と示されている。これを踏まえた景観検討の流れを図-1 に示す。しかし、景観予測については各手法の特徴や留意事項が整理されているものの、事

業タイプや目的に応じた具体的な予測方法は提示されていない。また、景観評価についても基本方針(案)に記述がなく、公共事業を担当する土木技術者の感覚や経験が頼りとなっており、合意形成等にも課題が生じている。さらに、計画・設計案の景観的な評価に適した具体的な景観予測・評価の手法や手順も不明であり、これらの技術資料類も十分とはいえない。これらのことから、景観検討の経験が十分でない土木技術者にとって、検討委員会の設置等の十分な景観検討体制の確保が困難な事業においては、最低限の景観的なチェックすらままならない状況にある。

そこで本研究では、公共事業の景観検討に際して、計画・設計案における景観面の評価・確認を行うための技術の一環として、景観予測・評価を現場レベルで運用可能とすることを目的とし、景観予測・評価技術に関するガイドラインの作成を目指している。具体的研究内容を表-1 に示す。

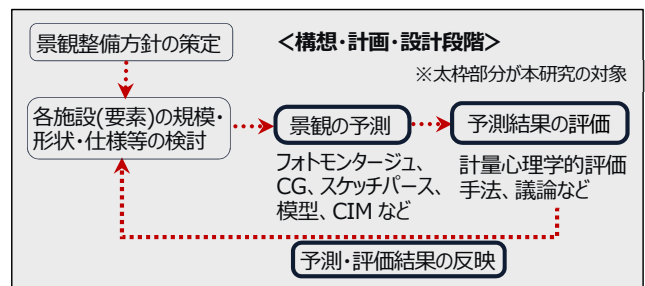


図-1 景観検討の流れ

表-1 研究内容

研究内容		実施年度	
		H26-H30	R01
a) 事業タイプ・目的に 適した効果的な予 測技術の提案	①事業特性・検討段階に着目した予測手法の現状分析 ・「基本方針」等の既往文献による現状分析	○	
	②予測手法の違いが評価結果に及ぼす影響の分析 ・スケッチパース、スタディ模型、フォトモンタージュ、検討用図面、3D 構造物モデル、3D 統合モデル	○	
	③事業タイプ・目的別に適した予測手法の適用性検討 ・学識経験者、有識者へのヒアリング	○	
	④CIM の活用方法の提案	未	○
b) 評価の目的・対象 に応じた効果的な 評価手法の選択・ 活用方法の提案	①景観評価の信頼度確保のために必要な事項の整理 ・画像サイズ（標準、ワイド） ・画角（35、50、70mm） ・空間利用状況（人、車等の有無） ・構図（歩道、車道） ・被験者属性（年代、性別） ・媒体（紙、現地） ・被験者数（15～130 人）	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
	②構造物／空間評価に適した評価尺度の検討 ・基本の形容詞 ・形容詞の組合せ（対極語） ・回答肢の形容表現	○ ○ 未	○ ○ ○
	③評価手法の違いが評価結果に及ぼす影響の分析 ・SD 法、ME 法、一対比較法、仮称・寒地法	○	○
	④景観検討手法の整理提案	○	○
c) 予測技術に関する 着眼点から設計へ の反映に至る景観 検討手法の提案	②現場でのケーススタディ	未	
	③技術導入の効果と課題の抽出・整理	未	
d) 「公共事業の景観 予測・評価手法に 関するガイドライン （仮称）」とりまと め	①公共事業の景観検討の際に利用できるガイドライン作成	未	○

2. 過年度及び令和元年度の研究成果概要

過年度（平成 26 年度～平成 30 年度）の研究成果⁴⁾～⁸⁾及び令和元年度の研究成果の概要を以下に示す。

2. 1 「a)予測技術の提案」に関する成果

表-1 の a)②に関して、被験者実験に基づき、パースや模型などの予測手法（以下、「予測ツール」という。）の違いが評価結果に及ぼす影響を分析した。成果である得られた主な知見を以下に示す。

- ・スケッチパースは、素材感の予測はしにくいですが、簡易に作成できることから、内部検討として有効な予測ツールである。
- ・スタディ模型は、素材感の予測はしにくいですが、スケール感や様々な視点から位置関係を検討する上で有効な予測ツールである。
- ・フォトモンタージュは、現地写真があり、決まった箇所からの予測・評価を行う際には有効な予測

ツールとなるが、様々な視点からの検討には作成の手間が増える。

- ・検討用図面は、設計用図面に着色等を施すことにより予測・評価がしやすくなる、簡易な予測ツールである。
- ・視点を自由に可変でき、周辺地形等を表現しない簡易な 3 次元モデル（以下、「3D 構造物モデル」という。）は、質感は予測・評価しにくいですが、スケール感や立体形状の予測・評価には有効な予測ツールである。
- ・3D 構造物モデルに周辺地形等を表現した 3D 統合モデルは、調和感、圧迫感、スケール感などの立体形状の予測・評価には有効な予測ツールである。
- ・景観検討の経験のある土木技術者でも、通常の設計用図面のみでは、完成後の構造物の立体形状や周辺景観との調和等について、誤りのないように予測することは難しい。

2. 2 「b)評価手法の提案」に関する成果

表-1 の b)①、②及び③に関して、客観的かつ定量的な評価手法（以下、「計量心理学的評価手法」という。）として空間評価に対する一定の有効性が確認されている SD 法（Semantic Differential method）⁹⁾に着目し、被験者実験に基づき、景観評価の信頼度確保のために必要な事項や評価尺度の検討、評価手法の違いが評価結果に及ぼす影響を分析した。得られた主な知見を以下に示す。

- ・画像サイズや画角について、それらに違いがあっても画像に写り込んでいる景観要素の構成が変わらなければ、評価結果は概ね類似の傾向を示す。
- ・形容詞の組合せについて、対となる語によって感度が高まるものや印象が反対側に振れるものがある。
- ・必要な被験者数について、ランダム抽出により被験者数を減少させた検証を通じ、最低 30 名を確保すれば、全体の評価傾向を説明できる。
- ・SD法は対象のイメージの評価、ME法（Magnitude Estimation method）は対象の物量値との関係性をふまえた相対的な評価、一対比較法は対象の相対的な評価を行う際に適用性が高い。
- ・SD法をベースに改変した「仮称・寒地法」¹⁰⁾は、SD法における対象のイメージ評価と、一対比較法における相対的な評価を融合させたものであり、被験者の負担減などの一定の有効性を確認した。

2. 3 c)景観検討手法の提案

表-1 の d)「公共事業の景観予測・評価手法に関するガイドライン（仮称）」を作成するにあたって、土木

技術者による景観予測・評価が可能となるよう、その具体的な手法や手順について複数の学識経験者へヒアリングを行い、景観検討手法を整理・提案した（表-1のc)①）。得られた主な知見を以下に示す。

- ・土木技術者に対して、景観予測・評価の「先ずやるべきこと」を具体的に提示する必要がある。
- ・例えば、「手順 1：着眼点の整理・発見」、「手順 2：予測ツールの作成」、「手順 3：予測ツールを見ながらの議論」といった手法や手順を提示する。

2. 4 令和元年度の成果概要

令和元年度の主な成果として、①「CIM を景観予測に活用する際のメリットや課題」、②「景観評価手法等の違いが評価結果に及ぼす影響」、③「土木技術者による景観予測・評価が可能となるような具体的な手法や手順」に関する知見を得た。次章より、これらの研究と成果の概要を述べる。

3. CIM の活用方法の現状分析（令和元年度）

3. 1 分析概要

景観予測が現場で浸透しにくい理由の一つに、模型やパースなどの予測ツールの作成に手間がかかることがある。この解決策の一つとして、直轄の現場で普及が進み、既往研究¹¹⁾¹²⁾でも有効性が述べられている CIM（Construction Information Modeling/Management）の 3D データを景観予測に活用することが有効かつ効率的と考える。それは、設計検討の過程で作成された 3D データを、景観検討にそのまま活用できるからである。しかし、その具体的な活用方法は、国土交通省の『CIM 導入ガイドライン』¹³⁾には示されていない。

そこで、CIM の 3D データ（以下、「3D モデル」という。）を景観予測に活用する方法の提案を目的に、CIM 技術と景観工学の双方に知見をもつ学識経験者及び CIM のソフトウェアの開発事業者へのヒアリングを通じ、CIM 活用方法の現状分析を行った。

3. 2 ヒアリング結果

ヒアリング結果の概要を表-2 に、その代表的な結果（表内の下線部）を以下に示す。

学識経験者の意見としては、CIM を景観予測などに活用する主な長所は、「地形や完成形などが完璧でなくても事前に可視化できる」、「早期段階で導入することが有効」などであった。その事例として、図-2 に示す国道上に設置する倉庫の景観性を検討する際、国道上からの眺めと、対岸からの眺めについて比較した事例¹⁴⁾が示された。コア倉庫の一棟案（a）の方が

表-2 CIM に関するヒアリング結果の概要

ヒアリング結果の概要（長所：○ 短所：× 留意点：■ 課題：※）		
学識経験者	・地形や完成形などが完璧でではなくても事前に可視化できる点が良い。精度は徐々に高めていけばよい。	○
	・模型と違う所は作成したものがそのまま設計に反映できる点。	○
	・CIM はコミュニケーションツール。様々な段階での使い方が有る。作り手側のコミュニケーションツールとしてこそ CIM は有効。	○
	・予備設計などの早期段階で導入することが有効。道路事業なら詳細設計迄活用できる。地形を大きく改変するときに有効。	○
	・色や素材感の検討は難しい。	×
	・色や素材感はある程度のレベルでは検討できるが、 <u>大切なことは方向性などのマネジメントで、完璧に表現する必要もない。</u>	■
	・ <u>CIM を作れば合意形成できる訳ではない。目的によっては作る必要なし。</u>	■
	・最後の細かい整えだけなら模型でも CG でも良い。 <u>事業の最後の段階で CIM を作るのは無駄。</u>	■
	・何でも完璧にシミュレーションできるツールではない。	■
	・CIM でできることを皆知らない（走行シミュレーションなど）。	※
ソフトウェア開発事業者	・将来できあがるものを含めてモデル空間を作成できれば、様々な判断が可能になる。	○
	・現況地形だけでもシミュレーションはできるし、そこに構造物を組み合わせることで最終形状も容易に検討できる。	○
	・市民説明会での意見に対し道路などの形状や線形が即座に変更できる。	○
	・CIM モデルは意思決定をするための一手段でしかない。	■
	・見た目の景観よりも、周囲の人に対する影響をシミュレーションし、影響を最小限にするための予測判断ツールとして使用する。	■
	・CIM の“M”を表す「Modeling」と「Management」は、同列に議論すべき言葉ではない。	■
	・このマネジメントとは、ライフサイクルを通してインテグレート(統合)するということで、各段階で検討に必要なモデルが蓄積され、活用されることがマネジメントである。	■
	・設計をするエンジニアとは別にソフトウェアを扱う専門の CAD オペに 3D 化のみの外注が CIM の課題。ソフトウェアは技術者自身が設計パラメータを選択し、判断材料を発注者へ提供できるツールであるべきであると考える。	※
	・BIM/CIM は発注者自身の欲しいものを業者に要求するためのツールであり、仕様を明確にしなければいけないが、 <u>発注者側の制度が整っていない。</u>	※

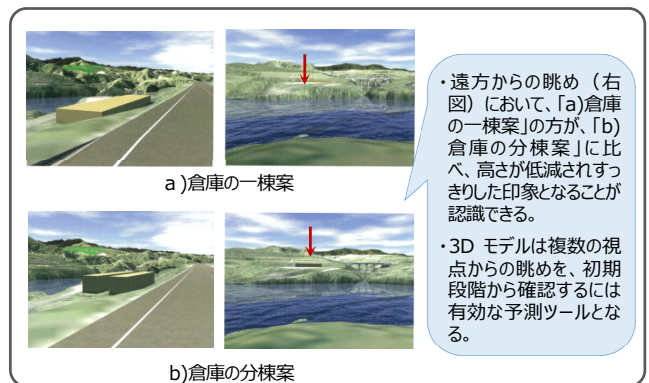


図-2 簡易な 3D モデルでの検討事例¹⁴⁾

分棟案（b）に比べ、高さが低減され、すっきりした印象となることが対岸からの眺めによって把握できる。このような地形と構造物を組み合わせた簡易な 3D モデルを用いると、複数の視点からの眺めが初期段階から確認することができ、課題の共有につながり、後段

階での手戻りが減るという意見があった。一方の短所は「色や素材感の検討は難しい」ことであり、留意点は「CIM を作れば合意形成ができる訳でない」、「最後の段階で CIM を作るのは無駄」などが示された。

CIM のソフトウェア開発事業者の意見としては、「市民説明会での意見に対し道路などの形状や線形が即座に変更できる」などの長所、「(CIM の“M”を表す Management とは) 各段階で設計検討に必要なモデルが蓄積され、活用されることがマネジメント」などの留意点が示された。また、CIM を景観検討に活用する場合の課題として、「CIM は発注者自身の欲しいものを受注者に要求するためのツールであり、仕様を明確にしなければいけないが、発注者側の制度が整っていない」などが示された。

3. 3 ヒアリング結果の考察

ヒアリング結果を踏まえた考察を以下にまとめる。

- ・簡易な 3D モデルでは、高精度の景観検討は困難となるが、対象物の位置関係やボリュームなどの検討は可能となる。そのため、この CIM データを初期段階から景観予測・評価に活用することで事業整備の課題が可視化され、後段階での手戻りが減るなどのメリットが考えられる。
- ・一方で、現行の『CIM 導入ガイドライン』には景観予測に対する具体の記載がないため、目的にあわせた 3D モデルの精度などについて検証することが課題と考える。

4. 定量的な景観評価手法に関する実験・分析（令和元年度）

4. 1 実験・分析の目的

前述 2.2 で示したように、平成 26 年度より、計量心理学的評価手法による定量的な景観評価を現場レベルで運用可能とするため、印象評価実験に基づく分析・検討を行ってきた。令和元年度では、SD 法及び仮称・寒地法について、印象評価実験に基づく分析から、評価手法の違いによる影響（分析 1）、評価言語の対極語の違いによる影響（分析 2）、回答肢の形容表現の違いによる影響（分析 3）の把握を試みた。これらの実験の概要を表-3 に示す。

4.1.1 評価手法の違いによる影響（分析 1）

平成 28 年度より検討している仮称・寒地法は、現場レベルでの景観評価を運用可能とするために、SD 法をベースに改変した方法である。SD 法は、対象のイメージを測定する方法であり、一般的に複数の評価対象について 10~20 の評価軸（評価言語）について

評価を行い、対象の因子を抽出し、対象の評価構造などを分析（因子分析）する手法である。

しかしながら、公共事業における景観検討では、複数の設計案の細かな工法や要素の良し悪しについて、主となる少数の評価軸について比較・判断する場合が多い。こうした景観検討の状況をふまえて、SD 法をベースに「評価軸の絞り込み」及び「比較による評価」の改変を行った手法が仮称・寒地法である。この SD 法に対する仮称・寒地法の概念を図-3 に示す。評価軸を絞り込み、評価サンプルを比較しながら評価する方法を仮称・寒地法 A、評価軸を絞り込み、評価サンプルを 1 つずつ評価する方法を仮称・寒地法 B という。過年度の実験において、複数の設計案の細かな工法や要素の差を評価する際、1 案ずつ評価するより、複数案を比較しながら評価する方が、被験者の負担が少なく、設計案の違いや相対的な評価がされやすいなどの効果を確認¹⁰したが、実験の評価対象事例数が少なかった。そこで、令和元年度において、評価対象事例数を増やして実験・分析を行うこととした。

この分析において、仮説を「評価軸を絞り込み、評価サンプルを比較しながら評価する方法（仮称・寒地法 A）は、評価軸を絞り込み、評価サンプルを 1 つ

表-3 実験の概要

項目	概要
実施期間	令和元年度 12 月 6 日～9 日
被験者数	土木技術者 52(52)名、一般者 52(39)名 計 104(91)名 ※()は有効回答者数
実験方法	Web により以下の実験 1～実験 4 の手順で実施
実験 1	分析 1
	評価手法
	評価画像
実験 2	分析 2
	評価手法
	評価画像
実験 3	分析 1
	評価手法
	評価画像
実験 4	分析 3
	評価手法
	評価画像

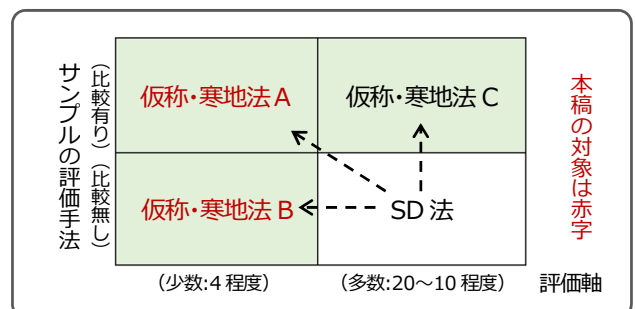


図-3 SD 法に対する仮称・寒地法の概念

ずつ評価する方法（仮称・寒地法 B）より評価値の分散値が高く、評価時間も短い。また、これらの評価平均値の差に有意差がある」と定めた。

したがって、この分析 1 では、仮称・寒地法における評価手法の違いによる影響を把握することを目的とし、複数のサンプルの評価手法について、仮称・寒地法 A（実験 1）及び仮称・寒地法 B（実験 3）の結果を分析し、仮説の検証を行った。

4.1.2 評価言語の対極語の違いによる影響（分析 2）

SD 法などでは、対象をイメージする評価言語（形容詞等）とその対となる形容詞等（以下、「対極語」という。）を用いて評価する。この対極語の設定にあたっては、一般に複数の類義語が存在する場合が多く、対極語によって評価結果が変わることが指摘¹⁵⁾されており、既往研究¹⁶⁾でも対極語の性質（意味）が影響していることを明らかにした。しかし、その性質の強さがどのくらい影響を及ぼすかまでは把握できなかった。

この分析において、仮説を「対極語に強い性質の表現を用いると、弱い性質の表現を用いるよりも分散値が低く、それらの評価平均値の差に有意差がある」と定めた。

したがって、分析 2 では、SD 法などにおける評価言語の対極語の違いが評価結果に及ぼす影響を把握することを目的とし、3 タイプに分類した対極語の性質（意味）の違いにより、基本となる評価言語（以下、「基本形容詞」という。）に対する印象がどのくらい変化するか（実験 2）を分析し、仮説の検証を行った。この対極語の 3 タイプは、「肯定的な性質」（以下、「タイプ A」という。）、「否定的な性質」（以下、「タイプ B」という。）、「強い否定的な性質」（以下、「タイプ B+」という。）である。

4.1.3 回答肢の形容表現の違いによる影響（分析 3）

SD 法などの評価段階¹⁷⁾¹⁸⁾は、片側 3 段階として正負毎の計 6 段階としていることが多い。その評価段階の回答肢の表現は、「かなりあてはまる」「あてはまる」「ややあてはまる」を用いる事例は多いが、この回答肢の形容表現（かなり、やや）が結果に及ぼす影響があるのではないかと考えた。

この分析において、仮説を「回答肢に強い性質の形容表現を用いると、弱い形容表現を用いるより評価の分散値が低く、それらの評価平均値の差に有意差がある」と定めた。

そこで、分析 3 では、SD 法などにおける回答肢における形容表現の違いが評価結果に及ぼす影響を把握

することを目的とし、実験 1 では「かなりあてはまる」「あてはまる」「ややあてはまる」（以下、「回答肢 1」という。）を、実験 4 では「あてはまる」「ややあてはまる」「どちらかというにあてはまる」（以下、「回答肢 2」という。）を用いて、これらの実験結果を分析した。

4.2 実験条件

4.2.1 評価サンプル

実験に用いた評価サンプル（画像）を図-4に示す。実験1、実験3及び実験4では、「橋脚」及び「小橋梁」における形状を変化させた画像6枚を用いた。また、実験2では、「歩道」及び「河川」の画像2枚を用いた。

4.2.2 評価手法

前述4.1のとおり、実験 1 で用いた評価手法は仮称・寒地法A、実験2で用いた評価手法はSD法、実験3で用いた評価手法は仮称・寒地法B、実験4で用いた評価手法は仮称・寒地法Aである。

4.2.3 評価言語（形容詞対）及び評価段階

実験に用いた評価言語（形容詞等）を表-4に示す。評価言語の設定においては、まず、実験2（SD法）で用いる基本形容詞を設定した。これには、既往実験で使用した形容詞や既往文献^{19) 20)}で示される形容詞の考えを基に9つ設定した。次に、その基本形容詞の対極語となる複数の類義語を設定した。それらには、前述4.1.2のとおり「肯定的な性質（タイプA）」、「否定的な性質（タイプB）」、「強い否定的な性質（タイプB+）」の3分類に基づき設定した。実験1、実験3及び実験4で用いる評価言語は、実験2で用いる評価言語の中から橋脚及び小橋梁の評価において重要と考える4対（No.1、3、4、9）を選定した。

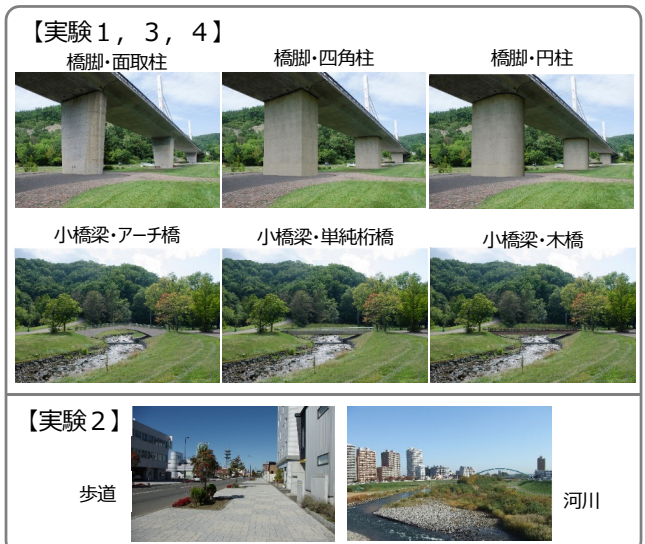


図-4 評価画像

表-4 評価言語（形容詞等）

＜実験2＞							
歩道	河川	No.	基本形容詞	タイプ		No.	対極語
●	●	1	美しい	A	⇔	① 醜い ② 美しくない ③ ー(非設定)	B+ B A
●	●	2	こころ良い	A	⇔	① 不快な ② こころ良くない ③ ー(非設定)	B+ B A
●	●	3	開放的な	A	⇔	① 圧迫感のある ② 開放的でない ③ こぢんまりとした	B+ B A
●	●	4	調和した	A	⇔	① 違和感のある ② 調和していない ③ 多様な	B+ B A
●		5	活気のある	A	⇔	① さびれた ② 活気のない ③ 落ち着いた	B+ B A
	●	6	自然豊かな	A	⇔	① 人工的な ② 自然豊かでない ③ 都会的な	B+ B A
●	●	7	洗練された	A	⇔	① 野暮な ② 洗練されていない ③ 素朴な	B+ B A
●	●	8	すっきりとした	A	⇔	① よどんだ ② すっきりしていない ③ 重厚感のある	B+ B A
●	●	9	安全な	A	⇔	① 危険な ② 安全でない ③ 冒険的な	B+ B A

＜実験1・実験3・実験4＞

橋脚	小橋梁	No.	基本形容詞	タイプ		No.	対極語	タイプ
●	●	1	美しい	A	⇔	① 醜い		B+
●	●	3	開放的な	A	⇔	① 圧迫感のある		B+
●	●	4	調和した	A	⇔	① 違和感のある		B+
●	●	9	安全な	A	⇔	① 危険な		B+

また、評価段階は、前述4.1.3のとおり、3段階の正負の計6段階とした。なお、実験1、実験2及び実験3で用いた回答肢は「回答肢1」、実験4で用いた回答肢は「回答肢2」である。これらの回答肢を図-5に示す。

4.2.4 Web実験画面

前述 4.1.1～4.2.3 を踏まえて作成した Web 実験画面の一例を図-6に示す。

4.2.5 被験者

被験者は、公募による一般者 52 名、土木技術者 52 名の合計 104 名とした。その結果、有効回答者数は、一般者 39 名、土木技術者 52 名の合計 91 となった。

4.2.6 分析方法

仮称・寒地法や分析に関する留意点などについて、統計分析に関する専門機関にヒアリングを行った。ヒアリング結果の概要を表-5に、主な知見（表内の下線）を以下に示す。

- ・仮称・寒地法は実験時間の軽減につながる等の有効性を検証した方が良い。

【回答肢1】 実験 1、実験 2、実験 3

かなり あてはまる	あてはまる	やや あてはまる	⇔	やや あてはまる	あてはまる	かなり あてはまる
--------------	-------	-------------	---	-------------	-------	--------------

美しい ⇔ 醜い

【回答肢2】 実験 4

あてはまる	やや あてはまる	どちらかと いう あてはまる	⇔	どちらかと いう あてはまる	やや あてはまる	あてはまる
-------	-------------	----------------------	---	----------------------	-------------	-------

図-5 回答肢

表-5 統計分析に関するヒアリング結果の概要

項目	ヒアリング結果の概要
① 仮称・寒地法	・仮称・寒地法の「実験手法」を考える上で、他の一般的に用いられる手法と評価差が生じることは、本来、おかしいことである。他の手法と同様な評価になることを前提とした上で、<u>仮称・寒地法は実験時間の軽減につながる等の有効性を検証した方が良い。</u> ・多数の形容詞対を用いた因子分析を実施する通常の SD 法と比較する実験として、仮称・寒地法の優位性を検討する意義はある。
② 分析方法	・実験結果が仮説と合っているかを分布状況より確認した上で、2 群間の平均値の差の検定を実施すること。 ・実験結果の考察を加える前に、むやみに検定を行うのではなく、考察を検証する作業として検定を行うという認識を持つこと。 ・<u>検定手法（特に正規性の検定）の選定が難しい場合もあるため、パラメトリック検定（正規分布）とノンパラメトリック検定（非正規分布）の両方を行って判断した方が良い。</u>
③ Web 実験	・Web アンケート調査では、不適切な回答を行う者が多くなるという既存研究も存在するため、Web アンケート調査の妥当性を検証することも必要である。 ・Web アンケート調査の有効票の抽出方法として、<u>回答時間の確認や、引っ掛かりの質問（同じ質問で形容詞対を入れ替えた質問等）を用意するなどの工夫があると良い。</u>

- ・検定手法（特に正規性の検定）の選定が難しい場合もあるため、パラメトリック検定とノンパラメトリック検定の両方を行って判断した方が良い。
- ・Web アンケート調査の有効票の抽出方法として、回答時間の確認などの工夫があると良い。

これらの知見を踏まえ、評価平均値、分散値、データの分布状況、評価平均値の差の検定結果、評価時間に基づき分析した。なお、評価平均値の差の検定方法は、データ群の正規性・非正規性を確認した上で選定²¹⁾した。その結果、 χ^2 検定による正規性の割合は、実験1で17%、実験2で7%、実験3で4%、実験4で8%と明らかに少ないことから、非正規性のデータ群と判断し、ノンパラメトリック（非正規性）検定の一つであるウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。

4.3 評価手法の違いによる影響（分析1）

仮称・寒地法を用いた際の評価手法の違いが評価結果に及ぼす影響を把握した。以下に実験結果及び考察を示す。前述4.1.1に示すとおり、仮称・寒地法Aは

実験1：評価手法の違い <仮称・寒地法A>

分析1

分析2

分析3

実験2：対極語の違い <SD法>

実験3：評価手法の違い <仮称・寒地法B>

実験4：回答肢における形容表現の違い <仮称・寒地法A>

図-6 Web画面の一例

※各画像はクリックするとA4サイズに拡大される

評価軸を絞り込み、複数画像を比較して評価する方法、仮称・寒地法Bは評価軸を絞り込み、複数画像を比較せずに評価する方法である。本稿では、一例として「美しいー醜い」に対する評価結果を示す。

4.3.1 「橋脚」の実験結果及び考察

「橋脚」の評価平均値及び分散値の結果（図-7 左）より、仮称・寒地法Aのそれらは、面取柱、四角柱及び円柱の順に、 4.15 ± 1.35 、 3.24 ± 1.25 、 4.20 ± 0.92 となり、中間値よりも概ね高い評価平均値で、1.0（1段階）程度以上の分散値となった。なお、この分散値の要因として、両端側（6点や1点等）に評価した人数（図-7 右）が、面取柱、四角柱及び円柱の順に、13人（6点）、13人（2点）、9人（6点）となり、全回答者数の1割以上であることなどが挙げられる。

一方、仮称・寒地法Bの評価平均値及び分散値は、同様に 3.99 ± 0.54 、 3.29 ± 0.85 、 4.05 ± 0.54 となり、中間値よりも概ね高い評価平均値、1.0（1段階）未満の分散値となった。なお、この分散値の要因として、両端側（6点や1点等）に評価した人数（図-7 右）

が、面取柱、四角柱及び円柱の順に、2人（6点）、2人（6点）、3人（6点）となり、全回答者数の1割未満であることなどが挙げられる。

また、「橋脚」の仮称・寒地法Aと仮称・寒地法Bの評価平均値の差の検定結果（表-6【橋脚】列）より、有意確率 P 値は、0.1638 ($P > 0.05$)、0.7906 ($P > 0.05$) 及び 0.1730 ($P > 0.05$) となり、いずれも有意差はみられなかった。

これらの結果から、仮称・寒地法Aは仮称・寒地法Bに比べて、両端側（6点や1点等）に評価した回答者数が多く、分散値が高い結果となったが、評価平均値の差には有意差がみられないことから、本稿の画像で用いた「橋脚」の面取柱、四角柱及び円柱において、仮称・寒地法Aと仮称・寒地法Bによる評価手法の違いが評価結果に及ぼす影響は少ないといえる。

4.3.2 「小橋梁」の実験結果及び考察

「小橋梁」の評価平均値及び分散値結果（図-8 左）より、仮称・寒地法Aのそれらは、アーチ橋、単純桁橋及び木橋の順に、 4.81 ± 0.93 、 3.58 ± 1.13 、 $4.30 \pm$

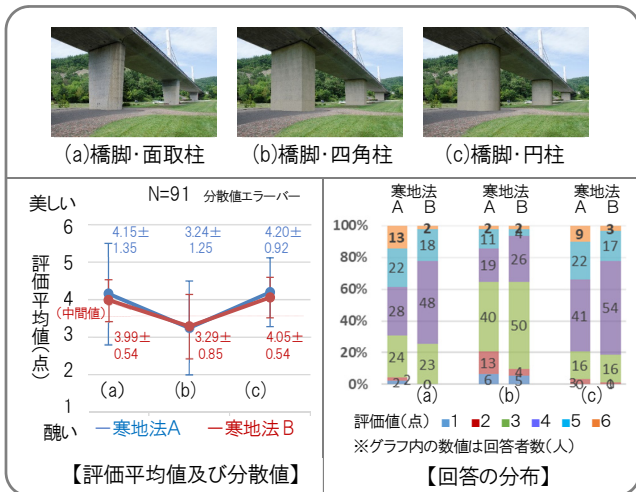


図-7 仮称・寒地法 A と仮称・寒地法 B との違い (橋脚)

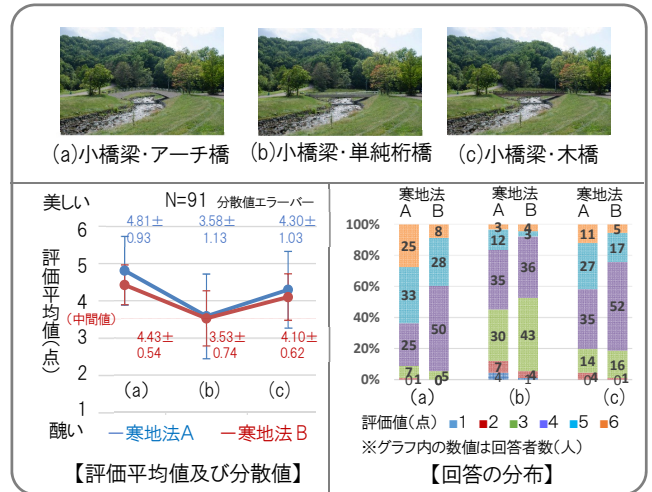


図-8 仮称・寒地法 A と仮称・寒地法 B との違い (小橋梁)

表-6 評価平均値の差の検定結果 (評価手法の違い)

形容詞対 本稿の対象	写真	評価平均値の差の検定結果 (有意確率 p 値)	
		[仮称・寒地法 A] と [仮称・寒地法 B] との違い	
		橋脚	小橋梁
美しい ⇔ 醜い	a	0.1638	0.0001 *
	b	0.7906	0.6806
	c	0.1730	0.0396 *
開放的な ⇔ 圧迫感のある	a	0.5855	0.0302 *
	b	0.2626	0.1303 *
	c	0.1222	0.7008
調和した ⇔ 違和感のある	a	0.1068	0.0473 *
	b	0.1293	0.8733
	c	0.1822	0.5513
安全な ⇔ 危険な	a	0.3325	0.0156 *
	b	0.7863	0.0003 *
	c	0.0023 *	0.4175
有意差のある割合		1/12件 ⇨ 8%	7/12件 ⇨ 58%

1.03 となり、中間値よりも概ね高い評価平均値で、1.0 (1 段階) 程度以上の分散値であった。なお、この分散値の要因として、両端側 (6 点や 1 点等) に評価した人数 (図-8 右) が、アーチ橋、単純桁橋及び木橋の順に、25 人 (6 点)、7 人 (2 点)、11 人 (6 点) となり、全回答者数の 1 割程度以上であることが挙げられる。

一方、仮称・寒地法 B のそれらは同様に 4.43 ± 0.54 、 3.53 ± 0.74 、 4.10 ± 0.62 となり、中間値よりも高い評価平均値で、1.0 (1 段階) 未満の分散値であった。なお、この分散値の要因として、両端側 (6 点や 1 点等) に評価した人数 (図-8 右) が、アーチ橋、単純桁橋及び木橋の順に、8 人 (6 点)、4 人 (6 点)、5 人 (6 点) となり、全回答者数の 1 割未満であることが挙げられる。

また、「小橋梁」の仮称・寒地法 A と仮称・寒地法 B の評価平均値の差の検定結果 (表-6【小橋梁】列) より、有意確率 P 値は、0.0001 ($P < 0.05$)、0.6806 ($P > 0.05$) 及び 0.0396 ($P < 0.05$) となり、アーチ橋と木橋に有意差がみられた。

これらの結果から、仮称・寒地法 A が仮称・寒地法 B に比べて、両端側 (6 点や 1 点等) に評価した回答者数が多く、分散値も高い結果となった。さらに、評価平均値の差には有意差が見られることから、本稿の画像で用いた「小橋梁」のアーチ橋及び木橋においては、仮称・寒地法 A と仮称・寒地法 B による評価手法の違いが、評価値に明確な差を与えるなど、評価結果にも影響を及ぼすと示唆される。

4.3.3 その他の結果を踏まえた考察 (分析 1)

前述の「美しい⇔醜い」の結果以外の 3 形容詞対をあわせた評価平均値の差の検定結果 (表-6) より、有意差が確認された割合は、「橋脚」で 8%、「小橋梁」で 58%であった。これらの結果から、本稿で用いた「橋脚」では仮称・寒地法 A と仮称・寒地法 B による評価手法の違いの影響は小さく、「小橋梁」では手法の違いの影響は大きいと考えられる。その理由として、今回のサンプルにおける「橋脚」は姿形が似ている「橋脚形状」により評価がしにくく、一方の「小橋梁」は姿形が似ていない「橋梁形式」により評価がしやすかったためと考えられる。

また、仮称・寒地法 A 及び B における回答時間の比較について、Web 実験における回答時間を測定することができなかったため、プレ実験における回答時間 (被験者 2 名の平均時間) を計測した。その結果、仮称・寒地法 A の回答時間は 4 分 30 秒、仮称・寒地法 B の回答時間は 6 分と、仮称・寒地法 A は仮称・寒地法 B に比べて、回答時間が短くなった。

これらのことから、前述 4.1.1 の仮説「評価軸を絞り込み、評価サンプルを比較しながら評価する方法 (仮称・寒地法 A) は、評価軸を絞り込み、評価サンプルを 1 つずつ評価する方法 (仮称・寒地法 B) より

評価値の分散値が高く、評価時間も短い。また、これらの評価平均値の差に有意差がある」は、評価サンプルの多くにおいて確からしいことが示された。

4. 4 対極語の違いによる影響（分析2）

4.4.1 「美しい」の対極語の実験結果及び考察

「歩道」における「美しい」の対極語が異なる場合の評価平均値及び分散値の結果（図-9左上）より、「醜い」及び「美しくない」のそれらは、 4.33 ± 0.56 、 3.93 ± 0.84 となり、中間値よりも高い評価平均値で、1.0（1段階）未満の分散値であった。この分散値の要因として、両端側（6点や1点等）に評価した人数（図-9右）が、「醜い」及び「美しくない」とも3人（6点）となり、全回答者数の1割未満であることなどが挙げられる。また、「醜い」及び「美しくない」の評価平均値の差の検定結果（表-7【道路】列）より、有意確率P値は0.0009（ $P < 0.05$ ）と有意差がみられた。

次に、「河川」における「美しい」の対極語の評価平均値及び分散値の結果（図-9左下）より、「醜い」及び「美しくない」は、 4.13 ± 0.63 、 3.91 ± 0.66 となり、中間値よりも高い評価平均値で、1.0（1段階）未満の分散値であった。なお、この分散値の要因として、両端側（6点や1点等）に評価した人数（図-9右）が、「醜い」が6人（6点）及び「美しくない」が3人（6点）となり、全回答者数の1割未満であることなどが挙げられる。また、「醜い」及び「美しくない」の評価平均値の差の検定結果（表-7【河川】列）より、有意確率P値は0.0404（ $P < 0.05$ ）と、有意差がみられた。

これらの結果より、「美しい」の対極語に「醜い（B+）」を用いると、「美しくない（B）」を用いるより分散値が低く、「美しい」側に評価されるといえる。このように、否定の性質が強い対極語（B+）を用いると評価値に明確な差がみられるなど、評価結果に及ぼす影響が大きいと考えられる。

4.4.2 その他の結果を踏まえた考察（分析2）

前述の「美しい」及び「こち良い」の結果以外の形容詞対を含む評価平均値の差の検定結果（表-7）より、有意差が確認された割合は、「道路」では「B+⇔B」で38%、「B+⇔A」で83%、「B⇔A」で58%であった。また、「河川」では、「B+⇔B」で75%、「B+⇔A」で50%、「B⇔A」で17%であった。これらの結果より、強い否定である「B+」を対極語に用いると、その強い対極語を回避する傾向となり、その結果、片側に評価が偏り、評価幅を広く捉えにくいといった負の影響が生じると考えられる。これらのことから、前述4.1.2の仮説「対極語に強い性質の表現を用いると、

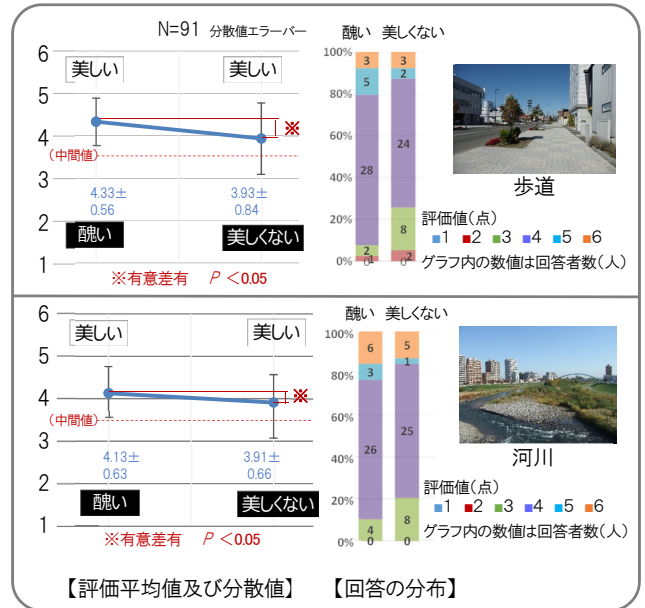


図-9 対極語の違い（美しい⇔醜い/美しくない）

表-7 評価平均値の差の検定結果（対極語の違い）

基本形容詞	タイプ	対極語 本稿の対象	タイプ	評価平均値の差の検定		
				検定 ベア	有意確率 P値	
					【道路】	【河川】
美しい	A	醜い	B+	B⇔B	0.0009 **	0.0404 *
		美しくない	B	B⇔A	—	—
		—	A	B⇔A	—	—
こち 良い	A	不快な	B+	B⇔B	0.0013 **	0.0030 **
		こち良くない	B	B⇔A	—	—
		—	A	B⇔A	—	—
開放的 な	A	圧迫感のある	B+	B⇔B	0.0531	0.4929
		開放的でない	B	B⇔A	0.0025 **	0.2391
		こぢんまりとした	A	B⇔A	0.5566	0.7317
調和し た	A	違和感のある	B+	B⇔B	0.0396 *	0.0031 **
		調和していない	B	B⇔A	0.0483 *	0.0026 **
		多様な	A	B⇔A	0.9508	0.7539
活気のある	A	さびれた	B+	B⇔B	0.0516	—
		活気のない	B	B⇔A	0.0069 **	—
		落ち着いた	A	B⇔A	0.2514	—
自然豊 かな	A	人工的な	B+	B⇔B	—	0.6435
		自然豊かでない	B	B⇔A	—	0.0299 *
		都会的な	A	B⇔A	—	0.1120
洗練さ れた	A	野暮な	B+	B⇔B	0.7127	0.0042 **
		洗練されていない	B	B⇔A	0.0155 *	0.0212 *
		素朴な	A	B⇔A	0.0566	0.8823
すっきり とした	A	よどんだ	B+	B⇔B	0.8451	0.0150 *
		すっきりしていない	B	B⇔A	0.0341 *	0.6071
		重厚感のある	A	B⇔A	0.0754	0.0552
安全な	A	危険な	B+	B⇔B	0.2273	0.0028 **
		安全でない	B	B⇔A	0.4938	0.5165
		冒険的な	A	B⇔A	0.9090	0.0013 **
有意差のある割合				B⇔B	3/8件 ⇨ 38%	6/8件 ⇨ 75%
				B⇔A	5/6件 ⇨ 83%	3/6件 ⇨ 50%
				B⇔A	0/6件 = 0%	1/6件 ⇨ 17%

弱い性質の表現を用いるよりも分散値が低く、それらの評価平均値の差に有意差がある」は、評価サンプルの多くにおいて確からしいことが示された。

4. 5 回答肢の形容表現の違いによる影響（分析3）

4.5.1 「橋脚」の実験結果及び考察

「橋脚」の評価平均値及び分散値の結果（図-10 左）より、「回答肢 1」のそれらは、面取柱、四角柱及び円柱の順に、 4.15 ± 1.35 、 3.24 ± 1.25 、 4.20 ± 0.92 となり、中間値よりも概ね高い評価平均値で、1.0（1

段階)程度以上の分散値であった。なお、この分散値の要因として、両端側(6点や1点等)に評価した人数(図-10 右)が、面取柱、四角柱及び円柱の順に、13人(6点)、13人(2点)、9人(6点)となり、全回答者数の1割程度以上であることなどが挙げられる(実験1結果の再掲)。一方、「回答肢2」のそれらは同様に 4.27 ± 0.96 、 3.18 ± 1.01 、 4.12 ± 0.93 となり、中間値よりも高い評価平均値で、1.0(1段階)程度未満の分散値であった。なお、この分散値の要因として、両端側(6点や1点等)に評価した人数(図-10 右)が面取柱、四角柱及び円柱の順に、2人(6点)、2人(2点)、3人(6点)となり、全回答者数の1割未満であることなどが挙げられる。

また、橋脚の「回答肢1」と「回答肢2」の評価平均値の差の検定結果(表-8【橋脚】列)より、有意確率 P 値は、 0.2711 ($P>0.05$)、 0.3765 ($P>0.05$)及び 0.5863 ($P>0.05$)と、有意差がみられなかった。

これらの結果から、「回答肢1」が「回答肢2」に比べて、両端側(6点や1点等)に評価した回答者数及

び分散値に大きな差がみられず、評価平均値の差には有意差がみられないことから、本稿の画像で用いた「橋脚」の面取柱、四角柱及び円柱において、「回答肢1」と「回答肢2」による、回答肢における形容表現の違いが評価結果に及ぼす影響は小さいと考えられる。

4.5.2 その他の結果を踏まえた考察(分析3)

前述の「美しい⇔醜い」の結果以外の3つの形容詞対を含む評価平均値の差の検定結果(表-8)より、有意差が確認された割合は、「橋脚」で0%、「小橋梁」で8%となった。この結果から、本稿で用いた「橋脚」や「小橋梁」では「回答肢1」と「回答肢2」による違いの影響は小さく、回答肢における形容表現の違いが評価結果に及ぼす影響は小さいと考えられる。

これらのことから、前述4.1.3の仮説「回答肢に強い性質の形容表現を用いると、弱い形容表現を用いるより評価の分散値が低く、それらの評価平均値の差に有意差がある」は確からしいことが示されなかった。

5. 景観検討手法に関する学識経験者等へのヒアリング(令和元年度)

5.1 ヒアリングの概要

土木技術者による景観予測・評価が可能となるように、その具体的な手法や手順について学識経験者及び土木技術者へ各々ヒアリングし、その結果を分析した。学識経験者は、景観予測・評価を専門とする2名の大学教授である。また、現場担当者は、土木コンサルタント6名、景観に関する研究者や行政担当者4名の合計10名である。

5.2 ヒアリング結果とその考察

ヒアリング結果を表-9に、主な結果(表内の下線部)を以下に示す。

土木技術者からの意見の一つとして、平成30年度に作成した景観検討の手順・手法に関する循環図に関して、「循環図以外にフローの様なスタートとゴールが分かるような図の提示を検討」との意見があった。これらを踏まえ、橋梁を具体事例として、初期段階、中期段階、後期段階の計4段階における検討のプロセスを提案した。これらの景観検討手法の具体の提案を図-11に示す。

次に、学識経験者からの意見の一つ、「着眼点の整理・発見が抽象的すぎるので、具体例を示した上で評価軸に関する資料(図-12)を作成するための具体的手順を示すことが課題」との意見があった。今後、図-11に示す橋梁などの具体事例を基に、この評価軸に

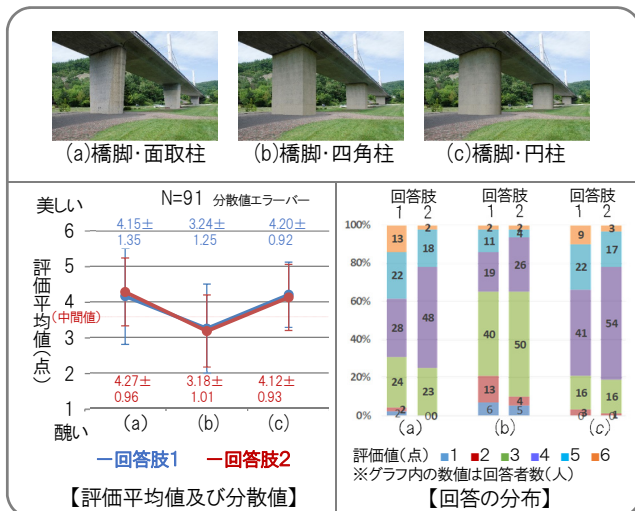


図-10 回答肢1と回答肢2との違い(橋脚)

表-8 評価平均値の差の検定結果(回答肢の表現の違い)

形容詞対 本稿の対象	写真	評価平均値の差の検定結果 (有意確率 p 値)	
		[回答肢1]と[回答肢2]との差	
		【橋脚】	【小橋梁】
美しい ⇔ 醜い	a	0.2711	0.0002*
	b	0.3765	0.6059
	c	0.5863	0.3911
開放的な ⇔ 圧迫感のある	a	0.5172	0.5360
	b	0.3018	0.1834
	c	0.8980	0.9525
調和した ⇔ 違和感のある	a	0.6126	0.3714
	b	0.9333	0.8891
	c	0.1450	0.9348
安全な ⇔ 危険な	a	0.4009	0.3706
	b	0.6883	0.0726
	c	0.1693	0.1589
有意差のある割合		0/12件=0%	1/12件=8%

表-9 ヒアリング結果の概要

対象	ヒアリング結果の概要
土木技術者	・景観検討内容の特記仕様書への反映を検討 ・景観検討内容を全段階で継承するしくみづくりを検討 ・他書との関連付けや他書への誘導を検討 ・景観検討を行わないとこんなことが起きるや失敗例の提示を検討 ・循環図以外にフローの様なスタートとゴールが分かるような図を検討
学識経験者	<『景観予測・評価のポイントブック(仮称)』第1章> ・景観検討を行う意義として、「用強美」というよりもむしろ、「地域が生き残るために」、「未来永劫への維持管理責任を考える際に」など、切羽詰まった話が必要。 ・今の時代をとらえ、例えば災害復旧に伴う地域の生活や文化の継承などに「景観」は重要なキーワード。それには何から始めれば良いかを整理した、という流れが必要。 ・将来、役所でインフラを持ち切れなくなり、地域で維持管理する場合もあるので現在からの景観検討は重要といったニュアンスも必要。 ・景観検討の便益は、良いものが出来るだけでなく、他事業を含め多面的にチェックすることでトータルとしてのコスト減、おかしなものが出来上がらないなどもある。 <『景観予測・評価のポイントブック(仮称)』第2章> ・「調和感」などの評価因子より、「キレイな写真を撮ろうとすると邪魔にならないか」などといったアウトカムにつながるフレーズの方が読み手にとって分かりやすい。 ・「着眼点の整理・発見」が抽象的すぎるので、具体例を示した上で、「評価軸に関する資料」を作成するための具体的な手順を示すことが課題。 ・上記に関連して、「事業における景観予測・評価の考え方(第5章)」の事例も、どの段階での予測・評価なのかを明確にする。 <第3章> ・「視点の可変性ができるツールは何か」よりもむしろ、視点を可変する必要がある事業の性質や検討時期について整理することが必要。

関する作成手順について整理を行う予定である。これらのヒアリング結果を踏まえた考察を以下にまとめる。

- ・現場において、景観予測・評価の手順や手法の循環図に加え、設計への反映など各段階の検討プロセスが必要と考えられる。
- ・現場では、橋梁などの具体事例を基に、評価軸に関する資料の作成手順についての整理が必要と考えられる。

6. まとめ

令和元年度の主な成果として、①「CIM を景観予測に活用する際のメリットや課題」、②「景観評価手法等の違いが評価結果に及ぼす影響」、③「土木技術者による景観予測・評価が可能となるような具体の手法や手順」に関する知見を得た。以下にそれらの知見を示す。

6. 1 CIM データの活用に関するメリットや課題

- ・簡易な 3D モデルでは、高精度の景観検討は困難となるが、対象物の位置関係やボリュームなどの検討は可能となる。そのため、この CIM データを初期段階から景観予測・評価に活用することで、事業整備の課題が可視化され、後段階での手戻りが減るなどのメリットが得られる。

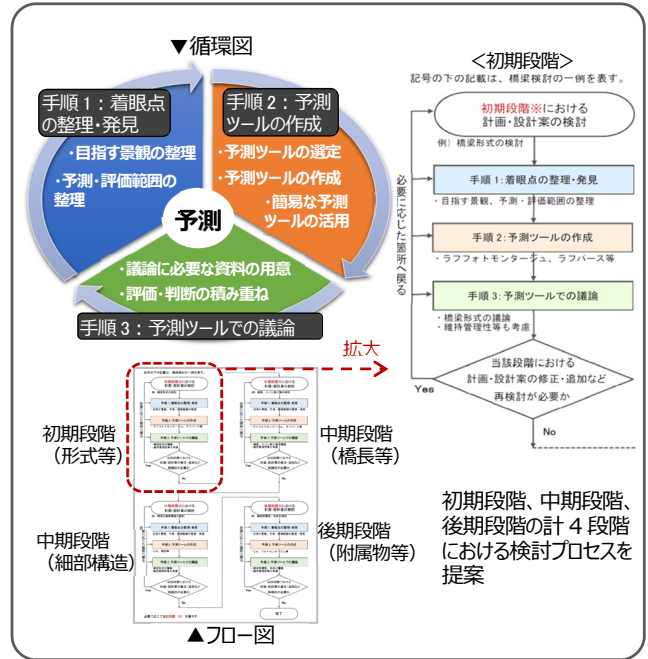


図-11 景観検討手法の具体の提案

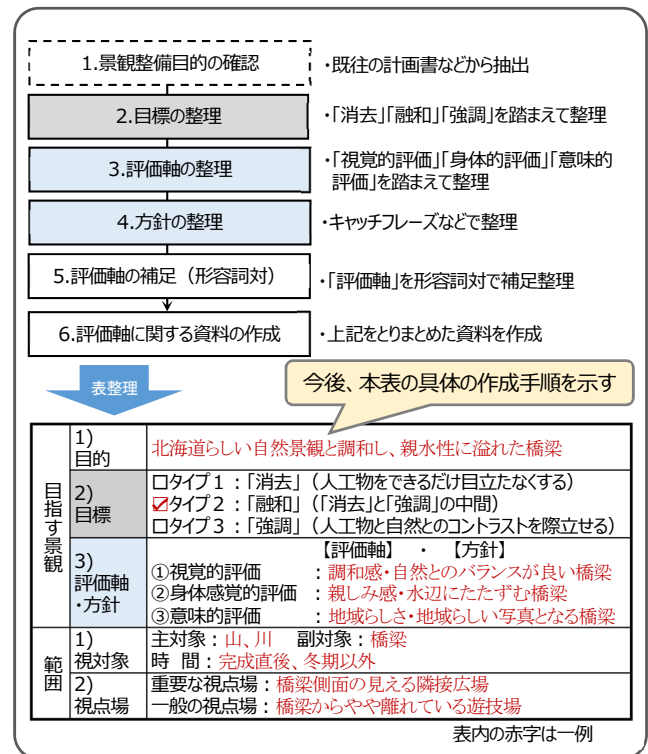


図-12 評価軸に関する資料

- ・一方で、現行の『CIM 導入ガイドライン』には景観予測に対する具体の記載がないため、目的にあわせて 3D モデルの精度などについて検証することが課題となる。

6. 2 景観評価手法等の違いが評価結果に及ぼす影響

- ・比較して評価する方法は、比較せずに評価する方法に比べて、評価幅を広く捉えやすく、評価時間の

低減にも寄与することから、景観予測・評価を現場レベルで運用可能とするための有効な手法になり得ることを明らかにした。

- ・評価言語となる基本形容詞の対極語に強い否定表現を用いると、その強い否定表現の対極語を回避する傾向がみられ、その結果、評価が片側に偏り、評価幅を広く捉えにくい負の影響を与えることを明らかにした。
- ・計量心理学的評価において、回答肢における形容表現の違いによる影響を受けにくいことを明らかにした。

6. 3 景観予測・評価の具体的な手法や手順

- ・景観予測・評価を現場レベルで運用するために、平成30年度で整理した景観予測・評価の手順や手法の循環図に加え、設計への反映など全事業段階の具体的な検討プロセスを提案した。
- ・今後、提案した具体のプロセスを橋梁などの具体事例に適用するとともに、事業特性や検討段階に着目した評価軸に関する資料の作成手順について提案することにより、公共事業における景観検討の効率化に資する景観予測・評価技術の開発に寄与できる。

6. 4 今後に向けて

令和元年度で得られた景観予測・評価技術の知見をふまえ、CIM データの具体的な活用方法の検証・分析を行うとともに、景観予測・評価のポイントブック（素案）の現場試行を行い、現場での当該技術の適用性を検証する。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通省所管公共事業における景観検討の基本方針(案)、2007。(2009.改訂)
- 2) 国土交通省：国土形成計画（全国計画）、p.158、2015.8
- 3) 国土交通省：北海道総合開発計画、p.34、2016.3
- 4) 寒地土木研究所：公共事業における景観検討の効率化に資する景観評価技術に関する研究、平成26年度重点研究報告書、土木研究所、2015.
- 5) 寒地土木研究所：公共事業における景観検討の効率化に資する景観評価技術に関する研究、平成27年度重点研究報告書、土木研究所、2016.
- 6) 寒地土木研究所：公共事業における景観検討の効率化に資する景観予測・評価技術に関する研究、平成28年度研究開発プログラム報告書、土木研究所、2017.
- 7) 寒地土木研究所：公共事業における景観検討の効率化に資する景観予測・評価技術に関する研究、平成29年度研究開発プログラム報告書、土木研究所、2018.
- 8) 寒地土木研究所：公共事業における景観検討の効率化に資する景観予測・評価技術に関する研究、平成30年度研究開発プログラム報告書、土木研究所、2019.
- 9) Charles E. Osgood, George J. Suci and Percy H.Tannenbaum : The Measurement of Meaning, Univ. Illinois Press, 1957.
- 10) 田宮敬士、岩田圭佑、松田泰明：SD 法に比較・順位要素を加えた景観評価手法の試行に関する一考察、土木計画学研究・講演集、Vol.56、No216、2017.
- 11) 趙曉明、星野裕司、小林一郎、緒方正剛：道路線形を考慮した地形デザインのための3次元CG表現について、土木情報利用技術論文集、Vol.12、pp.159-166、2003.
- 12) 関文夫、穂坂友治、渡邊一弘、豊田由仁：ITを用いた白糸の滝眺場と白糸自然公園園連絡通路のデザイン、景観・デザイン研究講演集、No.12、pp.91-96、2016.
- 13) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）、第1編共通編、2017.
- 14) 小林一郎、一般財団法人日本建設情報総合センター：CIM を学ぶⅢ～モデル空間の活用に向けて～、p.3、2017.
- 15) 平手小太郎：都市景観評価手法の標準化に関する基礎的研究、住宅総合研究財団研究年報、No.22、1995.
- 16) 田宮敬士、松田泰明、小栗ひとみ：SD 法における形容詞の対極語が景観評価に及ぼす影響について、景観・デザイン研究発表会、2018.
- 17) 佐々木葉：“景観の予測・評価手法”、篠原修編、景観用語事典、彰国社、p.72、2013.
- 18) 中村良夫、小柳武和、篠原修、田村幸久、樋口忠彦：土木工学大系13 景観論、彰国社、p.295、1977.
- 19) 「河川景観の形成と保全の考え方」検討委員会：河川景観デザイン「河川景観の形成と保全の考え方」の解説と実践、pp.224-225、2008.7
- 20) 井上正明、小林利宣：日本におけるSD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観、教育心理学研究、第33巻、第3号、1985.
- 21) 池田郁男：実験で使うとこだけ生物統計2 キホンのホン改訂版、羊土社、p.278、2015.