

橋梁設計者の設計意図と 橋梁利用者の注目点

山科 盛人¹・福井 恒明²

¹学生会員 法政大学大学院修士課程 デザイン工学研究科 都市環境デザイン工学専攻
(〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1, Email: morito.yamashina.5m@stu.hosei.ac.jp)

²正会員 法政大学教授 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科
(〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1, Email: fukui@hosei.ac.jp)

近年の土木構造物の景観設計においては利用者の評価に注意を払われることが多い。しかし、土木構造物の計画・設計においては利用者が意識しない様々な技術的検討がなされており、利用者が直接的に意識しないような点も景観・デザインの一環として取り込まれる。本研究では橋梁技術者の設計意図に関する報告文の記述内容に関するテキスト分析と、利用者の注目点を示すものとしてソーシャルメディア上の写真分析を行った。5つの橋梁に対して分析を行い、「形態・形式」「眺望」「風景との対比」において相違点を示し考察を行った。

キーワード: 橋梁設計, 設計意図, 利用者評価, テキスト分析, 写真分析

1. はじめに

近年一般利用者の土木構造物に対する興味関心が高まっており、その中でもさまざまな形式を持つ橋梁の人気は高い。土木構造物の景観設計においても、利用者の評価に注意が払われることが多くなっている。しかし、土木構造物の設計においては、当然のことながら利用者が必ずしも気づかないような点についても、設計者が入念な検討を行うことでデザインとしての完成度が高まると考えられる。しかし厳しいコスト削減の風潮の中で、利用者が意識しないような点については検討の価値がないという誤った指摘が通ってしまう恐れもある。土木構造物の景観設計のあり方を考える際に、利用者の評価に留意すべき部分とプロである設計者の判断に従うべき部分を意識して論じられるべきであると考えられる。

橋梁形態と印象に関する研究としては杉山¹⁾や氷見ら²⁾などの蓄積があり、評価構造に関する研究は松井ら³⁾が行っている他、視覚的力学に関する研究は石井ら⁴⁾が行っている。しかし、これらは現実には存在しないモデルを対象にしており、実際に架けられた橋を対象としておらず、設計者と利用者の注目点の差違について探求した研究はない。本研究では橋梁技術者の設計意図と橋梁利用者の注目点の相違を明らかにすることによって、橋梁における景観設計のあり方について考える際の基礎的知見を得ることを期待する。具体的には以下の3つを目

的とする。

- 橋梁設計者による対象橋梁の報告文書を記述データとし、テキストマイニング手法を用いて分析することにより、設計意図の特徴を可視化する。
- ソーシャルメディアへの対象橋梁に関する投稿データを分析することにより、橋梁利用者が橋梁デザインのどのような点に注目し、如何なる評価をしているのかを把握する。
- 上記で得られた結果を対比させ、橋梁設計者の設計意図と橋梁利用者の注目点の相違を明らかにする。

2. 分析データの収集

(1) 橋梁設計者の設計報告

本研究において、橋梁設計者による橋梁の報告文書を、雑誌「橋梁と基礎」から抜粋し、テキストデータとして分析を行う。対象とする記事は、橋梁設計の概要やデザインコンセプト、景観デザインについての記述を含むものとして、「〇〇橋の計画と設計」「〇〇橋の景観デザイン」「〇〇橋の景観設計」といった題目の記事を対象とする。後述するソーシャルメディアへの投稿の普及時期を踏まえ、2004年から2015年までに掲載された記事から24件の報告記事を抽出した。

(2) 橋梁利用者のSNS投稿

橋梁利用者の橋梁に対する注目点や評価を把握するデータとしてソーシャルメディアの投稿を用いることとした。橋梁利用者の注目箇所や興味内容を明らかにするには写真を分析対象とすることが望ましいこと、一定の投稿数を見込めること、位置情報による投稿の検索が可能であることなどから、SNSのInstagram（インスタグラム）への投稿を分析対象とした。

橋梁利用者が橋梁に関する投稿をする際、必ずしもその橋梁名を知っていて投稿のテキストに記載するとは言えず、橋梁名を知らずに写真を投稿する場合も多いと推察する。そこで、投稿に付随する位置情報をもとに対象となる投稿を選定し、写真を取得する。

Instagramの投稿を「〇〇橋」と検索して抽出した投稿のうち、以下の条件で写真データを選別した。

- 1) 2015年度に投稿された写真
- 2) 橋梁が主な撮影対象となっている写真、または橋上から撮られた写真

ただし、収集された写真数が100枚以下の場合、100件を超えるまで年を遡り収集することとする。位置情報における検索のみの抽出数が100件を超えなかった場合には、さらにハッシュタグ橋梁名がテキスト内にある投稿も分析対象とする。

(3) 対象橋梁

(1)(2)によってデータを収集した結果、対比ができる十分なデータ数を持つ橋梁は、新豊橋⁵⁾、新湊大橋⁶⁾、各務原大橋⁷⁾、隅田川橋りょう（築地大橋）⁸⁾、太田川大橋⁹⁾の5橋であった。

これら5橋に関する橋梁設計者による設計意図を読み取るための記事は「新豊橋のデザインと施工」¹⁰⁾「新湊大橋の景観デザイン」¹¹⁾「各務原大橋のデザイン」¹²⁾「隅田川橋りょう（仮称）の形式検討と景観設計」¹³⁾「太田川大橋の計画と設計」¹⁴⁾の5つとする。

Instagramによる写真抽出数は、新豊橋43件、新湊大橋146件、各務原大橋55件、隅田川橋りょう（築地大橋）40件、太田川大橋10件となった。

3. 分析方法

(1) テキスト分析

テキスト分析についてはフリーソフトウェアKH Coder¹⁵⁾を利用する。KH Coderは形態素分析と共に多次元尺度構成法（以下MDS）の作成を行うことができる（図1）。

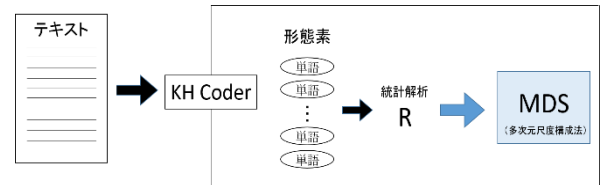


図-1 テキスト分析の流れ

MDSとは個体間の距離データを、2次元あるいは3次元空間に配置する方法で、データの構造を考察する方法である。共起関係が強い単語ほど位置が近く配置される。また、図中に現れる語句の数を出現度の高い順に40~50語に設定した。円の大きさは出現数、色分けは単語間のユークリッド距離に基づくクラスター分類の結果である。

(2) 写真分析

撮影形態、撮影時間帯、風景対比の3つの観点から写真分析を行う（図-2）。

撮影形態の分類においては、まず、写真撮影者の位置をもとに内部景観、外部景観に分類する。外部景観においては遠方に位置し全体を写しているものか、近辺に位置し一部を写しているものを分ける。一部を写しているものに関しては、橋梁の構造体である構造主体、アプローチ部、桁に分類する。このように形態に関して5つの項目に分け、利用者が何に注目しているか把握する。

時間帯別の分類では、朝夕、昼、夜の3類型に分ける。風景対比においては、投稿に付随するコメントを参照し、周辺風景との対比を評価しているかどうかで判別する。

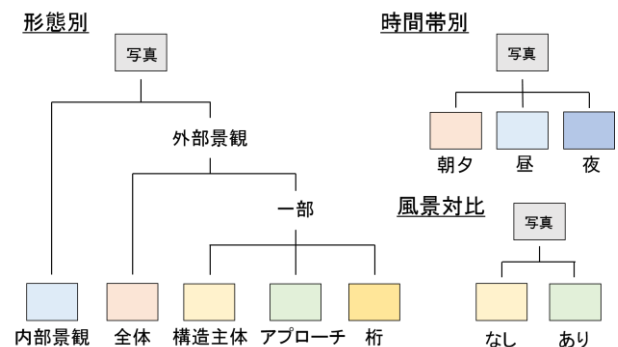


図-2 写真分類略図

4. 分析結果

(1) 橋梁設計者の設計報告に関するテキスト分析

a) 新豊橋

図-3において、MDSのグルーピングは、青色のクラスターを中心として均等に配置している（均等配置型）。文章全体としての関連性があることから、様々な検討事項に対し偏りの少ない設計が行われていると言える。

詳細を見ると、「構造」「形式」「形状」「検討」の様に密集している場所が他に2カ所存在する。黄色クラスターと赤クラスターの下部がそれにあたる。これらは各々共起を持ち、強い関連性がある。様々な検討事項の中でもこれらの重要度が高いことを意味する。ここに着目すると、橋の形状や形式等の構造に関する検討や橋詰空間のデザイン等本橋の設計にあたって重要視した項目が読み取れる。また、「デザイン」「橋」「アーチ」「桁」は強い関連を持つ語句がないものの出現度が高いため全体においてキーワード的な位置付けであると考えられる。

b) 新湊大橋

図-4において、語句の一部が密集して配置している（一部密集型）。図左側、及び黄色クラスターが密集し、個々に強い共起を持っていることがわかる。密集地が図の半分程度を占めているため文章全体としての関連性は低い。これは設計における重要事項を選定し設計を行ったということを意味する。密集地は設計における重要事項であると判断できる。

詳細をみると、図左側には「景観」を中心に「周辺」「コンセプト」「整備」等多くの語句が密集おり、景観整備に対するコンセプトを中心に周辺を含めた全体デザインの検討がなされたことが見て取れる。また黄色クラスターでは「主塔」の周辺に「形状」「形式」「構造」「色彩」が近く位置しており、主塔において様々な検討がなされたことがわかる。出現度が高いが強い共起を持たない語句として「設計」「デザイン」「桁」があげられる。これらは特定の語との結びつきが少なく、文章全体で繰り返し用いられていることからキーワードと位置付けることができる。本橋でのみ見られた「自歩道部」「内部」「シュミレーション」が強い共起を持ち布置されている。本橋の特徴である自歩道部のシュミレーションが重ねられたことがわかる。

c) 各務原大橋

図-5において、中央の密度が小さく、語が周辺に密

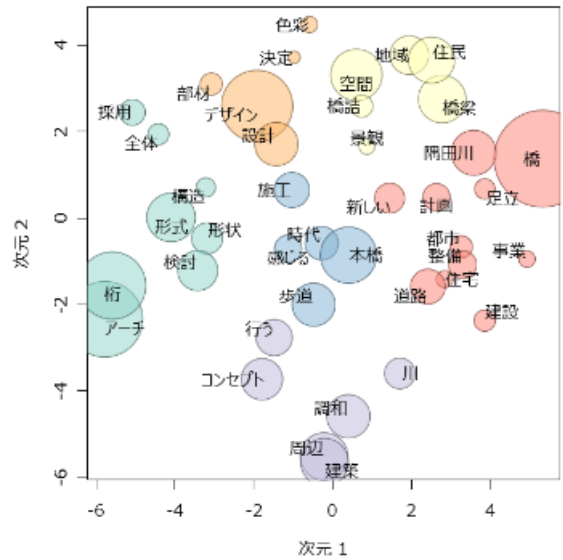


図-3 新豊橋におけるMDS

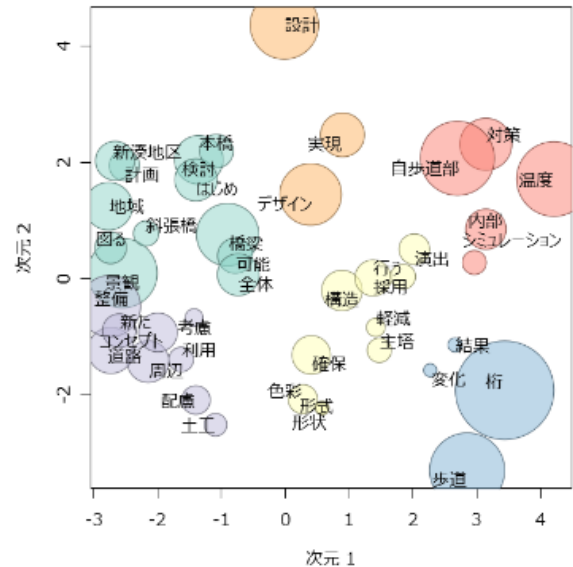


図-4 新湊大橋におけるMDS

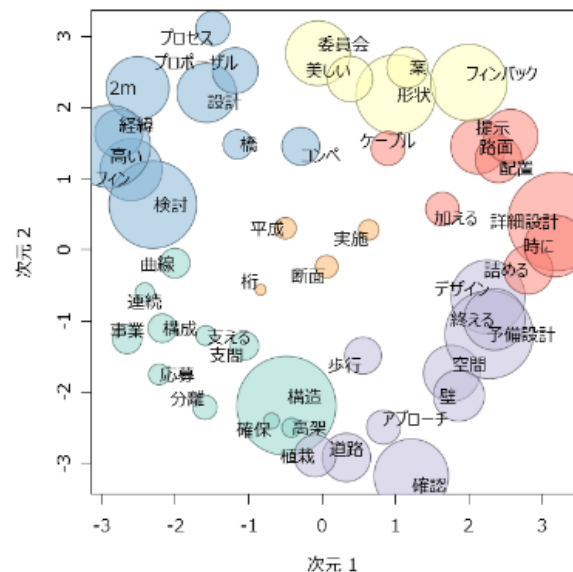


図-5 各務原大橋におけるMDS

度高く配置している（密集環状型）。隣同士の共起関係が強く、かつ並んで配置されているため、関連性の高い語が続いていると解釈する。この流れに沿った文章構造となっているため、ストーリー性を読み取ることができる。

より詳細にみると、クラスターごとに密集している。「フィン」「2m」が「検討」が布置している青色クラスター、「委員会」「美しい」「案」「形状」「ケーブル」「フィンバック」が近く布置している黄色クラスター、「詳細設計」「配置」等の赤色クラスター、「デザイン」「空間」「予備設計」「アプローチ」が布置する紫クラスターと、クラスターごとに強い共起があり、隣接するクラスターの距離は近い。文章の流れに沿って様々な検討がされたことが読み取れる。フィンバック形状及び見え方、配置、またアプローチ部の構成について委員会を設置し様々な検討のもと予備設計をしたことがわかる。

d) 隅田川橋りょう（築地大橋）

図-6において、図左部、右部、下部において語が密集している（一部密集型）。緑クラスター、赤クラスター、オレンジクラスター及び一部の黄色クラスターがそれにあたり、個々に強い共起を持っていることがわかる。

詳細では、緑クラスター内の「景観」「意匠」「構造」「形式」「委員会」が強い共起を持ち、委員会において橋梁形式や景観についての検討がされたことが読み取れる。また赤クラスターでは、「親柱」「表現」「設置」「石材」とあり、親柱に対する設計事項が記述されたことが読み取れる。下部の密集地では、「隅田川」「勝鬨橋」「永代橋」とあり、共起の強さから、隅田川橋梁群との対比を設計に盛り込んでいることがわかる。

e) 太田川大橋

図-7において、図上部の紫クラスターの一部と緑クラスターの一部、右部の黄色クラスターと緑クラスターの一部、左部の青クラスターが密集地を形成しており（一部密集型）、個々に強い共起を持っていることがわかる。

詳細を見ると、図上部では「コンペ」「提案」「デザイン」「詳細設計」「歩道」と密集しており、コンペ時の提案が詳細設計においても活かされたことが読み取れる。図右においては「アーチ」「構造」「連続」「桁」「PC」が近く布置し、構造についての検討内容を把握できる。青クラスターでは「コンセプト」「人々」「目指す」「場所」が密集し、この右上の

「眺め」とも近い距離にあることから、利用する人々にとって眺めを楽しむ場所の設計をコンセプトとしてデザインしたと読み取れる。

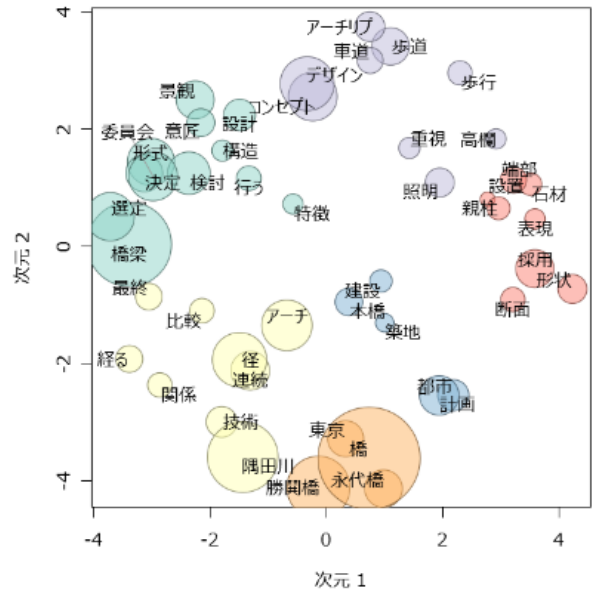


図-6 隅田川橋りょうにおけるMDS

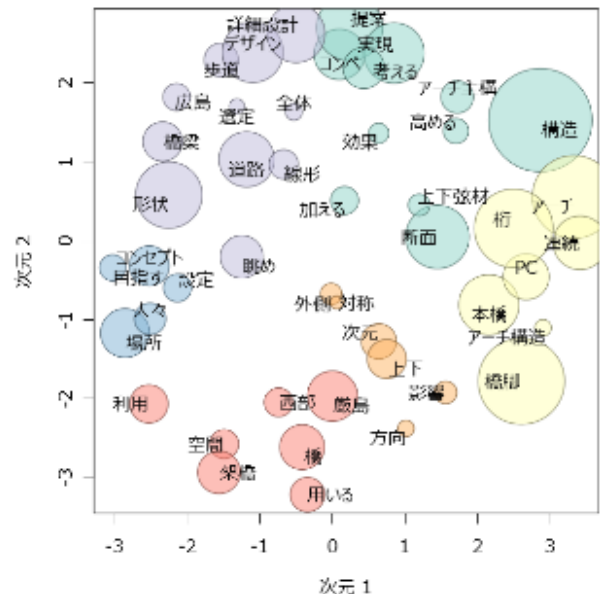


図-7 太田川大橋におけるMDS

(2) 橋梁利用者のSNS投稿に関する写真分析

2. (2)の方法で収集した写真を3. (2)の条件で分類した結果を表1に示す。また表1に従って各項目を橋梁ごとの全写真数に対する割合を算出した（図8）。

グラフから読み取れることとして、各橋に共通して言えることは、風景との対比を意識したコメントが少ないことである。また、時間帯別では昼間に撮られている写真が多いことがわかる。内部景観を評価した写真もまた一定数以上の割合を占めている。

表-1 写真分析結果

	データ数	形態別					時間帯別			風景対比	
		内部景観	外部景観				朝夕	昼	夜	あり	なし
			全体	一部							
			構造主体	アプローチ	桁						
新豊橋	43	28	10	5	0	0	15	24	4	1	42
新湊大橋	146	47	66	12	10	11	38	78	29	22	124
各務原大橋	55	32	5	10	4	4	27	23	5	0	55
隅田川橋りょう	40	6	21	5	2	6	4	31	5	5	35
太田川大橋	10	2	4	4	0	0	1	0	9	0	10

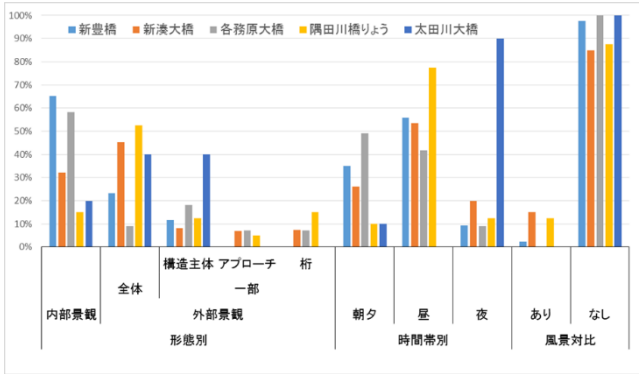


図-8 写真分析結果割合図

a) 新豊橋

形態別では全体の65%が内部景観であり、橋上からの眺望に注目している利用者が多い。時間帯に注目すると、朝夕に撮られた写真15件のうち11件は内部景観に属するものであった。本橋の下を流れる河川（隅田川）の方角が西から東に向かっているため、太陽が河川に沈む形で夕刻を迎える。この夕日と河川の対比が橋上から見て取れ、その内部景観を注目していることがわかる（写真1）。橋上からの眺望以外の内部景観では、進行方向と同じ軸線上にある構造主体のアーチ部と歩道を写したものが6件ある。割合としては小さいが、上横支材がなく高さの抑えられたアーチや、間近に見ることのできるケーブル等、利用者にとって構造物が身近に思えるデザインに注目していると推察する（写真2）。また同じように全体を写したのも10件あり、橋の形態を含む全体デザインが注目されている（写真3）。



写真-1～3¹⁶⁾ (左から)

b) 新湊大橋

形態別では45%が全体に注目した写真である（写真4）。本橋周辺に海王丸パークやその対岸の駐車場といった視点場が存在していることが大きな要因の一つであると推察する。次いで内部景観が32%存在し、その全ての写真が走行中に主塔を収めたものである

ことから、主塔のデザインに注目していると言える（写真5）。外部景観の一部において、中央支間の桁部に焦点を当てた写真が11件存在する。2車線という幅員の小ささと逆台形の断面に注目したと推察する。また10件のアプローチ部を写した写真は、全てが橋の東側の視点場から夕日との対比を写したものである（写真6）。時間帯別では、昼間が53%と多く、これは橋の白い塗装と青空の対比に注目したものである。また夜間の20%は、橋のライトアップが注目していることを意味している。風景対比では、写真のすべてが本橋と立山連峰との対比を写したものであった（写真5）。



写真-4～6¹⁶⁾ (左から)

c) 各務原大橋

形態別に見ると、データ全体の58%が内部景観である。これは橋上からの眺望に注目している利用者が多いことを意味している。また時間帯別において、朝夕に撮られた写真27件のうち22件は内部景観に属するものであった。新豊橋と同様に、本橋の下を流れる河川（木曾川）が西から東に向かっている。さらに愛知県と滋賀県、三重県と滋賀県の県境の山脈が橋上から見て取れ、太陽が山脈に沈む形で夕刻を迎える。この夕日と河川と山脈の対比が、内部景観の注目の高さに繋がっている（写真7）。全体は9%と低い割合だが、本橋の特徴である桁の薄いシルエットが注目されていると言える（写真8）。構造主体を収めた写真は10件あり、いずれもフィンバックの形状に注目している。また橋の下から桁を写したものが4件あり、曲面断面及びその構造に注目している（写真9）。



写真-7～9¹⁶⁾ (左から)

d) 隅田川橋りょう（築地大橋）

風景との対比では、勝鬨橋や東京タワーとの対比が見られ、その形態が注目されている（写真 10）。また船上から全体を撮影したものが多く、そこからの風景との対比や桁裏の写像が見られた（写真 11, 12）。時間帯別では、夕日や朝日との対比はなく、夜間においても現段階ではライトアップされていないため、昼間の写真が圧倒的に多くなっている。なお本橋はまだ開通していないため、内部景観やアプローチの写真の撮影することができないことには留意が必要である。



写真-10~12¹⁶⁾（左から）

e) 太田川大橋

夜間撮影されたものが90%あり、ライトアップが注目されていることがわかる。また全ての写真にアーチ部が写っており、その形態が高い注目を受けている（写真13）。本橋の投稿写真が10件と他の4橋と比べてもデータ数が少ないため、一般性があるか不明である。



写真-13¹⁶⁾

5. 個別の橋梁に関する考察

a) 新豊橋

橋梁設計者の設計報告に関するテキスト分析から、橋の形状や形式等の構造に関する検討や橋詰空間のデザイン等、本橋の設計にあたって重要視した項目が読み取れた。橋梁利用者のSNS投稿に関する写真分析では橋全体を捉えた写真が全43枚中15枚あり、外部景観に注目していることがわかる。またアーチ部やケーブルに注目した写真もあり、設計にあたって重要視した項目が注目されている。

また写真分析では写真全体の65%が内部景観に注目した写真であったが、テキスト分析からは抽出できなかった。また、橋詰空間デザインにおいては、写真分析では見られなかった。

以上より、橋全体のデザインや構造体の見せ方といった構造デザインは、利用者の多くが注目する点と一致した。しかし橋詰広場のデザインについては注目されていない。

b) 新湊大橋

テキスト分析では、周辺景観を考慮に入れた景観整備コンセプトを作成し、主塔を含めた全体デザインの検討を行っていたことが読み取れた。それに対し、写真分析において45%が橋全体を写したものであり、多くの利用者が注目している。また、内部景観を評価した写真（全体の32%）のうち、そのほとんどが主塔と青空との対比を捉えたものであることから、主塔における形状や色彩といった検討事項が利用者の高い注目度に繋がっていると考えられる。さらにテキスト分析から自歩道部に関する記述が存在したが、写真分析では自歩道部を写したものは3件のみと利用者にはあまり注目されていなかった。また写真分析ではライトアップや立山連峰との対比を評価した写真が合わせて51件存在するのに対し、テキスト分析ではこれに関する単語は存在しない。

以上より、橋の全体デザインや主塔の設計意図は利用者の注目度が高かったが、自歩道部の設計上の工夫はあまり意識されていない。また、設計者は風景との対比を記述していないものの、利用者からの評価が高かった。

c) 各務原大橋

テキスト分析より、フィンバック形状及び見え方、配置、またアプローチ部の構成について委員会を設置し様々な検討のもと予備設計をしたことが読み取れた。写真分析においても全体デザインやシルエット等の主構造に注目した写真が多かった、しかし植栽やアプローチ部に注目した写真がなく、設計上の工夫は注目されていない。また内部景観を評価した写真が58%と、利用者における橋からの風景の見え方の注目度が高かったがテキスト分析では抽出されなかった。

以上より、全体デザインやシルエット等の主構造に対する設計意図、構造物本体での工夫による歩行空間のデザインについては利用者の注目度が高かったが、アプローチ部や植栽における設計上の工夫は注目されていない。

d) 隅田川橋りょう（築地大橋）

テキスト分析より、形式、形状の検討が重ねられ、隅田川の第一橋梁として、主構造、歩道部、周辺景観、親柱等、様々な特徴を持つ橋を目指したことがわかった。写真分析では、橋全体を写したものが高い割合を占めている。また勝鬨橋とのマッチアップ写真があり、周辺状況との対比に注目している。

以上より、橋の全体デザインや周辺構造物との対

比といった設計意図は、利用者の注目度が高かった。しかし、開通前のため内部景観の投稿はなく、写真分析の一般性には欠ける。

e) 太田川大橋

テキスト分析より歩道部やアーチ主構を含む構造における設計と橋上からの眺望が重要事項であると読み取れた。写真分析では、主構造であるアーチ部のライトアップされた姿を写したものが多かった。

以上より、利用者の注目点はアーチ部のライトアップに集まっていたことがわかった。また、歩道部に関する設計意図は利用者には注目されていないようである。

6. 全体に関する考察

5.において「形態・形式」「眺望」「風景との対比」の相違点について特徴が見られた。

形態・形式といった橋の全体デザインについては、橋梁設計者の設計意図に関するテキスト分析において、各橋「形状」「形式」「構造」「検討」といった語句が強い関連性を持つことが示されたことから、様々な検討がなされており各々の意図を盛り込み設計されていることがわかる。橋梁利用者のSNS投稿においても一定数以上の投稿があり、多くの利用者の注目点となっているといえる。

眺望については、テキスト分析において詳細なデザインコンセプトや設計意図の記述が抽出できなかった。一方、写真分析において内部景観に関するものが多かったことから、橋梁利用者は橋上空間といった日常空間とは異なった体験ができる空間に注目する傾向があることがわかった。

風景との対比については、設計意図の表現としては抽出できなかったものの、橋からの眺望や、対象橋梁と他の橋を同時に写した写真が一定数存在し、利用者は山脈や河川といった風景に注目する傾向が高いことが推察される。

また利用者はアーチなどの主構造以外の場所には目が行きにくく、橋詰やアプローチ部に注目は集まらないが、設計者側は明確な設計意図を持ちデザインしている場合が多いことがわかった。

7. 結論

(1)結論

- 橋梁設計者の設計意図に関する報告文についてテキスト分析し視覚化することにより、設計意図の特徴を把握した。
- 橋梁利用者の注目点を示すデータとしてInstagramより対象橋梁の投稿写真を抽出し、形態別、時間帯別、風景対比で写真を分類し、利用者が全体デザインや内部景観に注目しやすい傾向であることを示した。
- 設計意図の特徴と利用者の注目傾向を比較し、その差違について考察した。

(2)今後の課題

本研究において対象橋梁が5橋と少なかったことから、対象橋梁を増やし、考察の一般性を高める必要がある。

参考文献

- 1) 杉山和雄：橋梁に関する鑑賞行動と評価に関する研究，東京大学学位論文，1998.
- 2) 氷見豊，他：桁橋の景観デザイン研究，橋梁デザインにおける3Eに関する研究部会(2)，pp.1-77，2009
- 3) 松井哲平，佐々木葉：新機能主義橋梁デザインの評価構造に関する基礎的研究，土木学会論文集D1，Vol.68，No.1，1-12，2012
- 4) 石井信行，他：構造物の視覚的力学 橋はなぜ動くように見えるか，鹿島出版会，2003
- 5) 新豊橋：東京都，2007年竣工
- 6) 新湊大橋：富山県，2012年竣工
- 7) 各務原大橋：岐阜県，2013年竣工
- 8) 隅田川橋りょう（築地大橋）：東京都，2014年竣工
- 9) 太田川大橋：広島県，2014年竣工
- 10) 北島治美，長曾我部徹，田村幸久，高楊裕幸，池田大樹，高桑正直：新豊橋のデザインと施工，建設図書，橋梁と基礎2007年5月号，pp.5-11，2007
- 11) 永井栄，中埜智親，審良郁夫，米沢栄二，松金伸，猪爪一良：新湊大橋の景観デザイン，建設図書，橋梁と基礎2013年2月号，pp.23-28，2013
- 12) 田村幸久，新井伸博，松井幹雄，富田学，大野美代子，池上和子：各務原大橋のデザイン，建設図書，橋梁と基礎2013年6月号，pp.29-32，2013
- 13) 有江誠剛，松井幹雄，高楊裕幸，浦田昌弘，黒島直一，太田泰弘：隅田川橋りょう（仮称）の形式検討と景観設計，建設図書，橋梁と基礎2014年4月号，pp.36-40，2014
- 14) 椛木洋子，二井昭佳，岡村仁，安仁屋宗太，今西修久，長谷川政裕：太田川大橋の計画と設計，建設図書，橋梁と基礎2014年7月号，pp.5-12，2014
- 15) 樋口耕一：テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—，理論と方法，No.19(1)，pp.101-115，2004.
- 16) 写真1～13：Instagram投稿写真