

2016年12月15日に開催された新技術ショーケース2016in札幌（主催：国立研究開発法人土木研究所）の長谷山美紀氏特別講演「社会インフラの維持管理におけるビッグデータ時代の到来」のうち、主に国土交通省北海道開発局札幌開発建設部札幌河川事務所との研究について、紹介します。

クローズアップ

ビッグデータ解析による新しいインフラ維持管理

－画像解析による河川管理施設の点検効率化に関する研究－

北海道大学大学院情報科学研究科教授 長谷山 美紀

1 はじめに

高度経済成長期に大量に建設された構造物が、現在、老朽化の時期を迎えている。国土交通省白書では、建設後50年以上経過する施設の割合が、今後20年間で急速に増加すると述べられている¹⁾。社会インフラの大量老朽化時代に直面し、その管理を担う事業者では、自らが蓄積し保存した大量の点検データを活用することで、効率的な維持管理を実現する技術基盤の整備が進められている²⁾。蓄積された点検データとそれに対応する補修の履歴は、この分野の知識とノウハウの集積である。構造物の場所や、点検箇所的位置、工種、材料種別や点検の際に撮像された画像など大量かつ多様な点検データと、変状の種類や程度などの補修履歴データとの関連性を検討することで、高効率で高精度な維持管理を支援する次世代管理システムの実現が期待できる。社会インフラの維持管理に、ビッグデータ時代の到来を感じる。

一方、このような社会インフラの老朽化に適切に対処していくためには、地方公共団体が果たす役割が極めて大きい。しかしながら、文献¹⁾には、技術的ノウハウを持った職員に限られ、予算不足や人手不足に加えて老朽化が進むことから、技術力の不足が懸念されると記載されている。また、技術者が現場で積む実務経験が世代間で継承される現状では、職員数が継続的に減少することで、技術的ノウハウの蓄積と継承が困難な環境になりつつあると述べられている。老朽化に

適切に対処していくために、現場の負担を増やさずに、技術継承を実現する仕組みを考える必要がある。

著者は、広くマルチメディア信号処理の研究に従事し、理論構築を行ってきただけでなく、ビッグデータ解析やAI（人工知能）、IoT（モノのインターネット。身の回りのモノがインターネットに接続され、相互に情報をやり取りすること）による問題解決型の研究を進めてきた。その1つが、点検ビッグデータの活用によるインフラ維持管理の効率化、高精度化・高度化に関する研究である^{3)、4)}。本稿では、維持管理の効率化と技術継承を目指し、札幌開発建設部札幌河川事務所と共同で行った河川管理施設の点検効率化に関する研究^{5)~7)}を紹介する。

2 画像解析を用いた河川管理施設の点検効率化に関する研究

2-1 先行研究の紹介－道路構造物の点検データ解析と可視化

著者の研究グループは、東日本高速道路株式会社（以降、NEXCO東日本社）との共同研究を通して、画像を含む多様な点検データを解析することで、インフラビッグデータの可視化を実現するデータ解析基盤を開



図1 変状評価の支援システムの例：システムに登録されているデータの可視化の様子（出展：文献3）

発している³⁾。この技術基盤を用いれば、画像を含む点検データの全体を俯瞰することが可能となり、現場で行われる変状評価を支援することができる。図1にNEXCO東日本社のシステムを示す。このシステムには、共同研究で実現された技術が用いられており、図1より、類似画像が近傍に配置されていることが分かる。構造物の場所や、工種、材料種別による従来の検索だけでなく、点検画像を通して変状の類似性に基づく検索を行うことで、広く他の類似変状と比較することが可能となる。これにより、変状の程度を評価する技術者に気づきを与え、見落としを抑制することを目指している。また、利用の継続により、技術伝承の役割を担う解析基盤への展開を目指している。

2-2 河川点検データとビッグデータ解析—河川管理施設の点検効率化の試み

著者の研究グループは、札幌開発建設部札幌河川事務所と共同で、2-1で紹介したインフラビッグデータの可視化技術を河川管理施設の点検データへ適用する取り組みを行った。以下に、その内容について紹介する。

現状の河川管理施設で行われる堤防点検では、発見された変状を評価要領^{8)、9)}に基づいて評価する。しかしながら、変状の程度の定量化は、その多様性から容易ではなく、河川管理の職員は、膨大な既往変状等のデータの中から類似の事例を拠り所とし、修繕の緊急性等を総合的に勘案し評価を行う必要がある。予算等を勘案し、過去の経験に基づき、評価しているのが現状である⁵⁾。

このような現場の負担を軽減し、効率的な点検評価を実現するために、インフラビッグデータの可視化技術を適用することを考えた。実際の堤防点検データをデータ解析基盤に登録して可視化した結果を図2に示す。従来のキーワード検索では困難であった変状の程度や様相に類似の既往点検結果を観察することができる。これにより、今まで比較が難しかった変状の比較も可能となり、円滑な評価や評価の平準化が期待できる。今後も検討を続ける予定である。

2-3 河川点検技術の継承に向けた点検技術者の熟練度の分析の試み

さらに、札幌河川事務所と研究を進め、技術継承の役割を担う解析手法の開発にも着手した。河川管理施設の点検では、目視による状況把握を基本としており、必要に応じてスケールによる計測や打音検査を行う。このようにして行われる点検の結果は、技術者の経験に依存することが多い。そこで著者の研究グループは、技術者が堤防点検時に注視する領域に着目し、堤防点検時の技術者から計測する視線のデータを分析することで、技術者の知識や経験による差異を定量化する取り組みを行った^{6)、7)}。以下に、具体的に説明する。

取り組みでは、視線追跡装置(図3)を熟練と若手の技術者が着用し、図4に例示するように河川堤防点検を実施し、視線データ(図5)を取得した。この実験では、若手と熟練の技術者が過去に点検していない同一の区間を点検している。点検時間は、若手技術者が10分16秒、熟練技術者が13分13秒であった。取得された注視角データのグラフを図6に示す。また、その



図2 札幌の堤防点検データをデータ解析基盤で可視化した例



図3 視線追跡装置ViewTrackerIIの外観 (出展：文献7)



図4 河川堤防点検時の様子1 (出展：文献6)

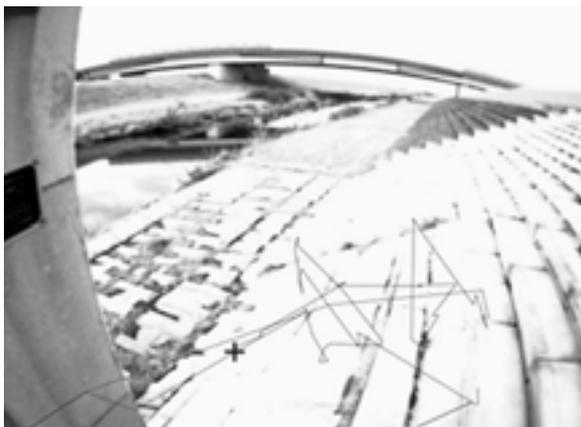


図5 河川堤防点検時の様子2 (出展：文献6)

平均と分散を表1に示す。図および表より、若手と熟練の技術者との間で視点の位置やその動きに差異があることが分かる。特に、図6(b)および表1(a)の注視角Yに注目すると、熟練技術者は視線を水平面よりも高くすることで、注視点を自身から離れた位置に設定し、広範囲を確認可能としていることが数値により明らかとなった。

さらに、この実験では、図7に示す結果も得られている。この図では、技術者が点検した経路を示しており、その経路上で視線が停留した点とその時間を円で示している。白丸・白線が若手、青丸・青線が熟練技術者の様子である。なお、この円は、視線の停留が6秒以上の場合に記載し、停留時間に比例して直径を大きく設定した。図より、熟練技術者は、若手技術者と比べ、視線の停留点が多く、また、停留時間がより長い傾向があることが判る。さらに、図7の経路に注目すると、熟練の技術者は、変状を回り込み多方向から注視する行動をとっていることが判る。

表1 視線の平均角度と注視点座標の分散 (出展：文献7)

	(a)平均		(b)分散	
	注視角X ^{*1}	注視角Y ^{*2}	注視角X	注視角Y
若手技術者	6.35	-10.47	126.57	49.43
熟練技術者	5.68	10.72	100.46	22.2

※1 水平方向の注視角
 ※2 水平線に垂直方向の注視角

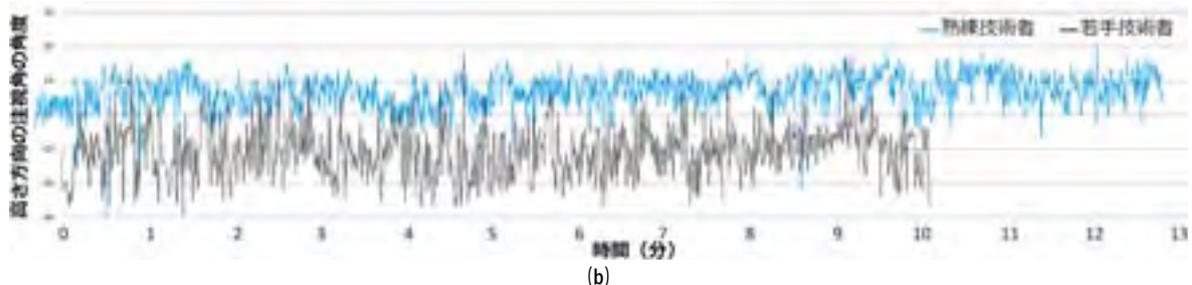
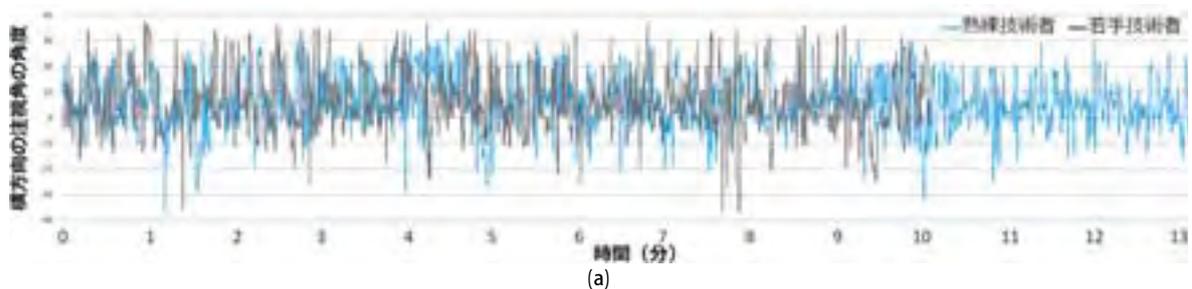


図6 堤防点検時の注視角：(a)横方向、(b)高さ方向



図7 河川堤防点検時の技術者の経路と停留点

以上の結果から、熟練技術者は、注視点を自身から離れた位置に設定することで、変状が起こりやすい部位を見出すための点検経路を定めることを可能とし、同時に、変状が発生している可能性がある領域へ視線を停留させることで、よりの確な点検を実現していることが確認された。この分析により、熟練技術者が注視する領域のデータをビッグデータ解析やAI技術によって分析することで、変状の見落としの防止や、熟練技術者の点検技術の継承に役立つ可能性がある。

3 むすび

構造物の適切かつ効率的な維持管理のためには、教育を受けた技術者の統一的な要領に基づく点検が必須であり、その事業体は以前よりそれを実施してきた。このようにして蓄積された点検データには、この分野の貴重な知識とノウハウが含まれており、社会インフラの大量老朽化時代に直面する現在において、その活用が重要な役割を担うものとする。多くの優秀な技術者により支えられたインフラも大量老朽化の時代を迎え、それを乗り切る方策を見出すことが、優れたインフラ技術を備える我が国に課せられた使命と感じる。

<参考文献>

- 1) 国土交通省, “平成25年度 国土交通白書 第I部これからの社会インフラの維持管理・更新に向けて ～時代を越えて受け継がれる社会インフラの構築～,” 2014.
- 2) 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』, <http://www.jst.go.jp/sip/k07.html>, Last accessed: 03/31/2017.
- 3) S. Takahashi, T. Ogawa, M. Haseyama, "Retrieval System of Similar Inspection Records for Support of Maintenance Inspection in Expressway and Discussions of Evaluation by Experienced Inspectors," International Conference on Civil and Building Engineering Informatics (ICCBIE), 2017.
- 4) 高橋 翔, 小川 貴弘, 長谷山 美紀, “変状評価の支援を目的とした点検データの可視化に関する検討,” 第30回日本道路会議, vol. 2053, 2013.
- 5) 山上 訓広, 松本 政徳, 長谷山 美紀, “情報技術システムを活用した河川管理の高度化・効率化の検討—画像解析等を用いた河川情報支援手法の検討—,” 北海道開発技術研究発表会, 2016.
- 6) 三改木 裕矢, 高橋 翔, 小川 貴弘, 秋山泰祐, 巖倉 啓子, 長谷山 美紀, “河川管理業務の堤防点検における技術者の視線データ取得の試み,” 映像情報メディア学会技術報告, vol. 40, no. 6, pp. 173-176, 2016.
- 7) 高橋 翔, 三改木 裕矢, 小川 貴弘, 長谷山 美紀, “堤防点検における技術者の視線データと熟練度の分析に関する一考察,” 映像情報メディア学会技術報告, vol. 40, no. 6, pp. 177-180, 2016.
- 8) 国土交通省, “水管理・国土保全局: 堤防及び護岸点検結果評価要領 (案),” 2015.
- 9) 国土交通省, “水管理・国土保全局: 樋門・樋管点検結果評価要領 (案),” 2015.