

## データマイニング手法を用いた点検データの分析

東日本高速道路株式会社 正会員 ○市川 暢之  
 東京大学大学院情報学環 正会員 石川 雄章  
 東京大学大学院情報学環 正会員 田中 克直  
 東京大学大学院情報学環 正会員 二宮 利江

### 1. はじめに

高度成長時代に整備されたインフラは老朽化が進み、補修・補強に必要な費用が増加する一方、財政事情の悪化によって投資額が削減される中で、構造物の状態に合った適切な対処が求められている。構造物の変状（損傷）等を詳細に把握するために定期的に行う点検（定期点検）の結果は、点検データとして各社のデータベースに蓄積されており、構造物の補修・補強方法を選定する際の重要な判断材料として活用されている。

本研究は、構造物の点検データに着目し、関連するデータと合わせた大量のデータを対象にデータマイニング手法を用いて分析することで、構造物の劣化の特性などの新たな知識（規則性、理由、関係性等）の抽出の可能性について検討したものである。

### 2. 検討方法

本研究は、首都高速(株)、東京地下鉄(株)、東日本旅客鉄道(株)、日本電信電話(株)（以下、「インフラ企業」という）、及び(株)日立製作所、アビームコンサルティング(株)の6社と東京大学が2011年4月から2012年3月にかけて共同して行った。

検討方法は、1)データマイニングの分析手順を整理したうえで、2)分析結果を踏まえた点検データの活用の可能性を考察した。検討にあたっては、東京大学が各企業への調査・ヒアリング等を実施した上で整理・分析を行い、7者が参加する検討会（1回/月）で研究を進めた。

### 3. 分析手順の整理

本研究では、上記インフラ企業の点検データを分析した。（表1）

分析方法は、ルール生成手法を用いたデータマイニングツールを使用し、分析手順に従い実施した。（表2）

#### (1) 分析目標の設定

構造物の状態を示す損傷評価ランクに着目し、構造物の劣化特性（損傷評価ランク別の影響要因等）を把握することを分析目標とした。なお、損傷評価ランクは各企業で独自の指標が設定されているものの、対策区分（損傷評価ランクが○の場合は、△年以内に補修が必要等）の定義によって企業間の比較が可能である。

#### (2) 分析に必要なデータの抽出

分析に必要なデータは、点検結果を記録した点検記録簿情報と損傷した構造物のID情報を中心に、構造物の劣化に影響を及ぼすと想定される気象・気温等の環境情報や他目的に使用している企業のオペレーション情報を組み合わせて分析を行った。なお、本分析では、構造物の資産状態に関する情報は使用していない（表3）

#### (3) データ加工処理方法の整理

分析目標と分析データに使用する情報毎にINPUTデータとOUTPUTデータ、及びその加工処理方法を考案し、加工処理プログラム作成に必要な条件を整理する。例えば、OUTPUTデータである構造物の経過年数は、INPUTデータを点検実施日及び構造物の建設年数とし、この差を算出する加工処理を実施することで分析に使用可能となる。

【表1：分析対象データ】

| 企業 | データの種類    | データ数 | データ項目 | 提供内容等                |
|----|-----------|------|-------|----------------------|
| A  | 構造物の点検データ | 1.5万 | 66項目  | 管理地域内における過去5年間の損傷データ |
| B  | 構造物の検査データ | 6.5万 | 71項目  | 管理地域内の構造物の点検データ      |
| C  | 構造物の点検データ | 4.5万 | 63項目  | 管理地域内の構造物の点検データ      |

【表2：データマイニング分析手順】

| 手順               | 概要(具体例)  |
|------------------|--|
| ①分析目標の設定         | 分析目標を「構造物の劣化特性(損傷評価ランク別の影響要因等)を把握」に設定                                    |
| ②分析に必要なデータ項目の抽出  | 点検データ及び構造物ID情報(位置・建設年度等)を中心に、オペレーション情報、環境情報(対象地域・期間の降水量、気温等)等を抽出         |
| ③データ加工処理方法の整理    | 分析に使用するデータ項目毎に、INPUTデータとOUTPUTデータ、及びその処理方法を整理<br>(例)経過年数:点検実施年と建設年の差から算出 |
| ④加工処理プログラム作成及び実行 | 加工処理プログラムを作成し、加工処理を実行して分析に必要なデータを作成                                      |
| ⑤分析の実施           | 加工処理プログラムを実行<br>(相関の高い項目は、損傷評価基準の設定方法、熟達者のノウハウと関連している可能性あり)              |
| ⑥考察              | 分析結果について、企業の状況を加味した考察を実施   |

キーワード：社会資本、維持管理、定期点検、データマイニング

連絡先：〒292-0054 千葉県木更津市長須賀348 NEXCO 東日本木更津工事事務所 TEL 0438-22-5210

(4) 加工処理プログラム作成及び実行/分析の実施

(3)で検討した加工処理のプログラムを作成し、(2)で抽出した分析に必要なデータを作成し、データマイニングツールを使用して分析を実施した。

本研究では、合計 28 ケースの分析を実施した。今回の分析作業を通して、

- データの質により、分析実施前の事前準備に相当な時間を要する(実績: 10~20 時間/1 企業)
- 目標設定、ケース分類等により、分析に要する費用は大きく変動することが、判明した。

【表 3: 分析に使用するデータ】

| 情報の種類                   | 情報の内容       | 使用情報                  |                      |                 |
|-------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| 構造物情報<br><点検関連情報>       | 構造物ID       | (経過年数)                | 位置(座標・場所)            | 型式              |
|                         |             | 構造寸法                  | 竣工年月                 | 設計基準年度          |
| 点検記録簿情報<br><点検関連情報>     | 点検体制        | 点検実施日                 |                      |                 |
|                         | 点検結果        | 構造物区分                 | 部位                   | 損傷位置            |
|                         |             | 損傷種類                  | 数量(測定値)              |                 |
|                         | 損傷評価<br>その他 | 評価<br>前回損傷評価<br>補強の有無 | 初回損傷発見年月日<br>補強実施年月日 | 高架下の状況<br>補強実施者 |
| 資産状態情報<br><センシング情報等>    |             | ひずみ                   | 変形                   |                 |
| オペレーション情報<br><センシング情報等> |             | 交通量(通トン)              | 大型車混入率               |                 |
|                         |             | 累積交通量(線区)             |                      |                 |
|                         |             | 大型車混入率                |                      |                 |
| 環境情報<br><センシング情報等>      |             | 累積雨量                  | 累積日照時間               |                 |
|                         |             | 気温0度以下の累計日数           |                      |                 |

4. 分析結果における考察

(1) 分析可能なデータ

各企業の点検データは、1つの損傷に対し1つのレコードとして記録され、1つのレコードは、概ね 60~70 項目で構成されている。しかし、データマイニングに使用不可能なデータ(例えば、空欄が多い項目、テキストデータの項目等)を削除した結果、分析対象となったデータ項目は概ね 1/4 の 20 項目弱に絞られた。その理由は、点検データの基となる現場の点検結果記録簿は人が認識し易いようにデータ項目を設定しているため、相関性があるデータであっても重複して記録することになっているためと思われる。

(2) 分析ケース

データマイニングを実施する際には、幅広いデータから段階的に対象データを絞り込んで分析を進めることが有効である。このため、データマイニングの実施にあたっては、各企業の仮説や着目点を踏まえ分析目的を絞り込んだ上で、下記の分析に要する工数に留意して分析ケースを設定する必要がある。

- 分析の視点により対象を絞る(データを分割する)、データを加工・処理する
- 絞られた対象の中で、if-then ルールの目的(分析ケース)を決める
- マイニングにより出力ルールを期待する情報を抽出及び加工処理する

(3) 分析結果

上記の分析ケース毎の分析結果について階層毎に考察することにより、分析結果から導き出されることが期待されるキーワードを抽出した。(表 4)

分析を進める際には、このキーワードの具体的な意味を抽出することを分析目標として、分析手順に従ったデータの抽出、加工を検討する必要がある。また、点検データの項目は、大まかには「時間」、「場所」、「部位」及び「損傷」に分類することができるため、分析の目的により、不要な項目を削除する等のデータ処理(例えば、目的が「場所」に分類される

【表 4: 分析結果に関する主な考察】

| 階層      | 主な考察  | キーワード  |
|---------|---|--|
| 現場層     | <ul style="list-style-type: none"> <li>経過年数が一番古いグループの構造物の劣化が一番激しいわけではないことから、何らかの要因(点検時の着目点等)の抽出の可能性が見込める</li> <li>構造諸元や設置環境により、損傷の傾向が異なっていることから、構造上の弱点等の抽出が見込める</li> <li>設置地域による傾向が出ていることから、環境情報を追加して分析してことが有効</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>点検着目点</li> <li>弱点</li> </ul>  |
| マネジメント層 | <ul style="list-style-type: none"> <li>環境情報やオペレーション情報と損傷評価の関係が結果として抽出されていることから、構造物の劣化に影響を及ぼす外延要因抽出の可能性が見込める</li> <li>経過年数が大きいと損傷ランクが悪くなる傾向が出ていることから、時間的な劣化要因の傾向把握(劣化予測につながる)の可能性が見込める</li> <li>健全なデータとの比較が有効</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>外延要因</li> <li>劣化予測</li> </ul> |
| 経営層     | <ul style="list-style-type: none"> <li>施設健全度の把握が必要(具体的に点検結果を健全度評価への反映が難しい)健全度がランクで決まるので、損傷が進む部位、要因が特定できれば健全度評価指標の可能性が見込める</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>健全度評価</li> </ul>              |

「地域」の場合に、同じ「地域」に分類される「営業路線名」の項目を分析項目から削除する等)を行うことで、他の分類項目のデータが規則性として抽出される確率が上がるため、目的に沿った結果が得られやすい。

さらに、点検データに加え、気候等の環境情報や運行管理等のオペレーション情報、他の目的で収集しているセンシング情報等を合わせて分析することで、点検業務の効率化や安全性向上に資する新しい視点からの分析結果が期待される。

5. おわりに

本研究では、データマイニング手法を用いて、点検データを分析することにより、分析結果が構造物の劣化要因に影響を及ぼす新たな知識となりえる可能性を確認した。この分析結果と、技術者が持つ知見や工学的観点等との対比をすることで、構造物の劣化に影響を与える要因等に関する新たな知識が抽出できると考える。

今後は、この分析結果を踏まえ、点検における着目点や構造物の弱点の把握が出来れば、点検業務全般の簡素化につながる可能性があると考えます。さらに、企業間のデータを合わせて分析することで、分析精度の向上や、さらなる知識の把握が可能であると考えます。