

スマホで情報収集し、道路補修箇所を特定

道路の簡易点検から始めるインフラ長寿命化

村上茂之・谷 弘幸・葛西一良

国や都道府県、市町村などの各自治体において、道路や橋梁などの社会インフラを適切に維持管理していくことは住民生活の利便性向上だけでなく、防災・減災の面からも住民が安全・安心な生活を送るためにも欠かせない取組みである。一方で公共事業にかけられるコストは限られており、効率良く適切に社会インフラを維持管理していく仕組みがますます重要になってきている。筐子トンネルの崩落事故は記憶に新しいところだが、高度成長期以降に整備された多くの社会インフラが、今後急速に老朽化する時代を迎えており、適切な点検による現状の確認とその結果に基づく補修の実施といった計画的な維持管理手法の確立が急務となっていることは間違いない。

数年前から、道路・橋梁・トンネルなどの社会インフラの維持管理にICTを活用した取組みを展開しているが本稿では、その策の一つとして道路のパトロール作業によって自然に集まるデータを用い、舗装の簡易点検を支援するサービスを紹介する。

キーワード：社会インフラ、維持管理、舗装点検、スマートフォン、Gセンサー

1. はじめに

米国では1930年代のニューディール政策によって大量の道路橋が建設されてから50年が経ち、橋梁に代表される社会インフラの事故が1980年代から発生し始め、それまでの維持管理が不十分だったことが指摘されてきた¹⁾。日本においても1960年代の高度経済成長期以降大量に橋梁が設置された経緯もあり、2010年から2025年にかけて、建設から50年を超える橋梁が大量になるという事情から社会インフラの安全性が問題視されてきた。これに対応して国土交通省は社会インフラの長寿命化の検討・対策をとり始め、地方自治体においても住民を巻き込んだ社会インフラの維持管理の施策が模索されてきている^{2), 3)}。

そういった背景の中で、2012年12月に発生した中央自動車道の筐子トンネルの崩落事故を契機として社会インフラ管理に対する意識が高まり、2013年5月には道路法が改正された。

改正された道路法では「国土交通省が地方道の大規模かつ構造が複雑な構造物を地方自治体に代わって改築および修繕を行える」「道路管理者が予防保全の観点を踏まえ道路の点検を行うべきことを明確化する」などが規定された。

そこで早い段階から社会インフラの維持管理効率化に挑戦していたが、2010年5月には、地方自治体向

けに橋梁の点検業務をサポートする「SuperCALS 橋梁点検支援（橋梁点検支援システム）」の提供を開始していた。これを更に推し進めるために2011年春から岐阜県の協力を得て、改めて地方自治体の抱える真の課題・ニーズを把握することにした。

2. 保有している技術的要素の活用

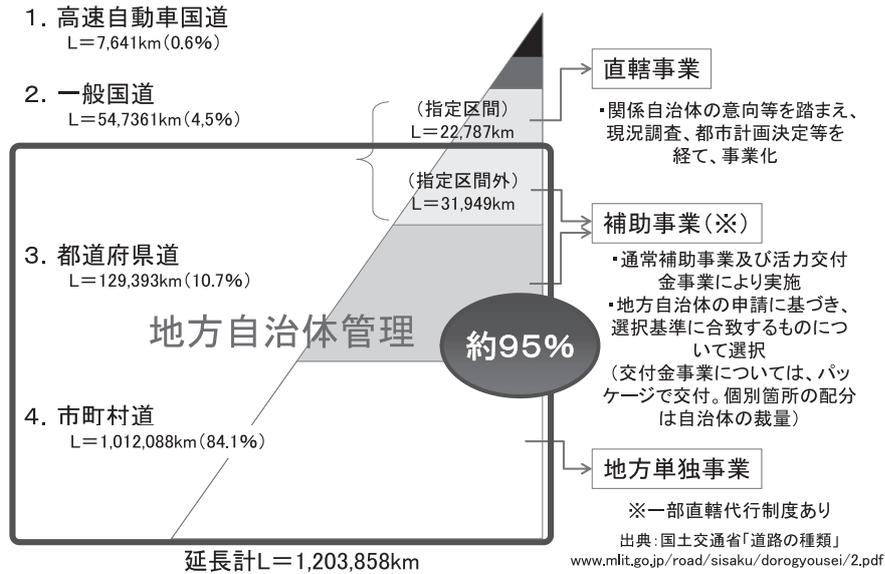
岐阜県は、橋梁数・管理道路延長とも全国でもトップクラスの社会インフラを抱えており、従来から「住民を巻き込んだ社会インフラの維持管理」「官民双方の技術者育成」に先進的に取り組んできている^{4), 5)}。

その取組を調査してきた結果、

- (1) 橋・トンネル・斜面を含む道路ネットワークの総合的なリスク管理
- (2) 総合的で計画的な社会インフラの維持管理体制の確立

という、いわゆるこの分野で「アセットマネジメント」と呼ばれる機能の強化が究極的な課題・ニーズであることが改めて確認できた。中でも最も身近であり、かつ最大の社会インフラである道路の舗装状況の「見える化」がほとんど未着手であることが判明した。しかも、図1に示すとおり日本の道路の総延長120万kmの内、地方自治体の管理対象はその約95%に及び、従来の手法や発想では迅速な対策をとることは相

【道路法(第3条)上の分類】



図一 道路の管理主体

当困難であると予想された。

そこで保有するICTの強みを生かせないかと考え、その調査を行った。まず、研究所が保有する画像認識の技術を活用する検討を行った。しかし、道路の画像を撮るに際し、

- ・大量の画像を撮るためには、通行規制などの前提をつけることなく、例えば時速60kmで走行しながら撮影する必要がある
- ・業務時間として仮に昼間に限定したとしても、晴天時には物の影を認識する必要があり、雨天時の対策も必要である

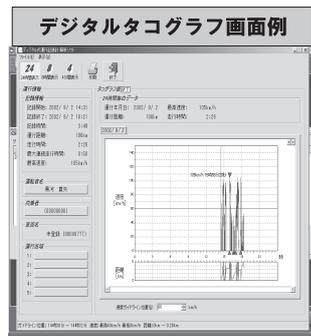
など、当時は自動認識の実用化にはまだ課題があると判断した。

次に、様々な専用のセンサーを設置することも検討したが、当然莫大な資金が必要となる上、即効性を欠くこともあり採用できないと判断した。

そこで視点を変えて2011年10月に合併会社であるトランストロンが製造・販売を開始したドライブレコーダー付きデジタルタコグラフ(以下、デジタコ)「DTS-C1D」(図一2)を利用して車の振動情報を中核技術とし得ないか検討を行った。デジタコは、「速度・時間・距離」の三要素をデジタル化し運行管理を行うことができ、車両の安全運転・経済走行・業務の効率化にも適しており、更に「GPS位置情報」「3方向の加速度(Gセンサー値)」などが精度良く取得されていることから、これを基軸に進めることとした。

加えて道路の管理者は、国・都道府県・市町村と多岐にわたることから専用のコンピュータを設置せずにサービスとして提供する必要があるとの判断のもと、ちょうど普及し始めていたクラウド・コンピューティングの技術も採用することとした。

トランストロン社製DTS-C1D
(ドライブレコーダー付きデジタルタコグラフ)



図一2 デジタルタコグラフ

3. 技術面でのフィールド実証

しかし、道路の路面調査はいわゆる建設業界や建設コンサルタント業界の得意分野であり、十分な知見がなかったため、国立大学法人 岐阜大学の社会資本アセットマネジメント技術研究センターと共同で研究を行うこととした。岐阜大学は岐阜県や地域建設業界などと連携して、前述した「官民双方の技術者育成」を先進的に指導してきた実績もあり、2012年1月から共同研究を開始した。

もともと岐阜大学では、橋梁や道路の損傷状況の診断・分析・補修など専門家による多角的な研究能力と学術資源・人的資源を有しており、岐阜県・三重県をはじめとする中部地区の各自治体に対して、技術支援を実践してきている。このような岐阜大学の強みを生かして、まず、本手法による実現可能性を検証することにした。

2012年1月から岐阜県内の県管理道路をデジタコとビデオを搭載した車両で走行し、画像とGセンサー、舗装の荒れ具合の関連性を検証した(図-3)。採取したデータを分析し、地図上にマッピングするアプリケーションのプロトタイプ版も開発した。

同年3月、この検証結果を基に岐阜県内の九つの自治体の社会インフラ管理担当者と「維持管理業務支援システムの利用に関する意見交換会」を実施した。意見交換会では以下のような現状や課題が挙げられた。

- (1) 県内の市町村は専用の道路パトロール車を保有しておらず、公用車を利用した住民通報による出動が主であること。
- (2) 出動した際の記録(報告書)は紙の地図と手書きの文書がほとんどであり、位置情報と写真が記録

できるだけ効果があること。

- (3) 路面の荒れも重要だが、^{のりめん}法面や街路樹・側溝の状態の点検が課題であること。

この中で専用のパトロール車を持たない自治体には、デジタコを搭載することが困難であり、デジタコが持つ「GPS位置情報、Gセンサー値」については、スマートフォン(以下、スマホ)でも取得できることから、同年6月からはスマホも併用して検証を行った。スマホを利用することにより、写真も容易に撮ることができ、報告書作成機能も追加することとした。

更に翌7月には2011年度に岐阜県が路面性状調査を実施し、MCI(Maintenance Control Index)値^{a)}を測定した岐阜県管理道路を走行し、双方の結果の比較検証を行った。その結果、一部損傷があるレベルであるMCI値5.0以下の地点は、80%程度の確率で検出できていることが確認できた。損傷がある程度進んだ状態とされるMCI値4.0以下の地点は90%以上検出できているが、マンホールや橋の伸縮装置を通過した際には余分な検出を行うことも確認できた。

a) 舗装の供用性を客観的に判断することを目的に国土交通省で開発された維持管理指数。原則100m単位で計測し、10点満点で評価される。

4. 国土省の基準と自治体の現状・ニーズ

ここまでフィールド実証を進めてきた段階で、改めて多くの自治体の現状の把握とニーズの整理を行うことにした。すなわち、本サービスが社会の中でどのような位置づけになるのかを確認する必要があったからである。

まず、道路法第3条の道路(高速自動車国道・一般

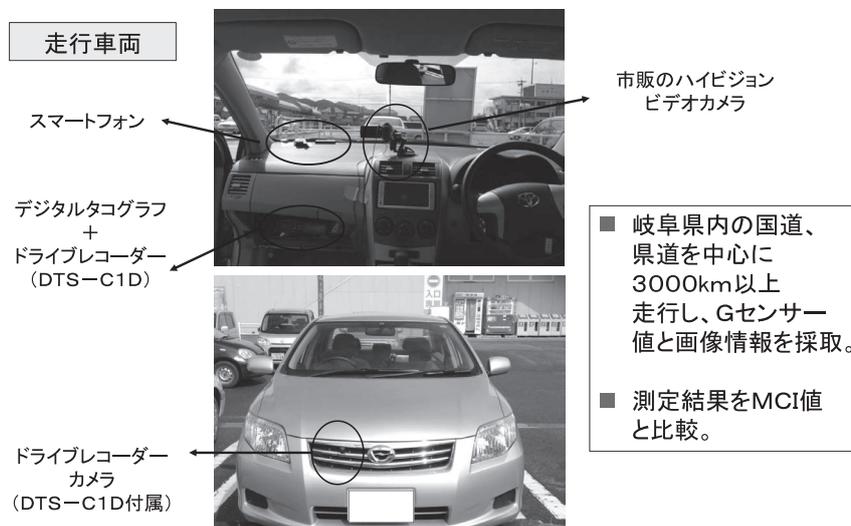


図-3 フィールド実証時の走行車両

国道・都道府県道・市町村道) に関して、同法第 42 条で道路管理者の維持・修繕の責任が規定されており、その測定の一つとして先に述べた MCI 値がある。この測定には通常 5～10 万円 /km 程度の費用がかかり、ほとんどの県で数年に 1 回、しかも県管理国道をはじめとする一部の管理道路に限って測定しているのが実情であり、政令指定都市を除く市町村では、ほとんど測定されていない。

また、道路の日々のパトロールも都道府県においては、それぞれ 20～30 台の道路パトロール車を用意して 1～2 週間に 1 回は管理道路の目視点検と簡易な補修を行っているが、政令指定都市を除く市町村においては定期的なパトロールはほとんど実施されておらず、住民通報を受けて現地に出向き応急措置を行うのが一般的である。補修の計画にしても県レベルの自治体では MCI 値に基づいた計画を立てているところがある一方、多くの市町村では予算の許す範囲で管理者判断による優先度で対症療法的に対応している。

市町村においては普段の業務の中で作業を増やさずに対応でき、報告書などの作成が簡易にできる仕組みが求められており、その過程において道路の状況を見える化することで計画的な維持管理につなげられることがニーズとして抽出できてきた。

5. 実用可能性のフィールド実証

2012 年 8 月までに前述の「技術面でのフィールド実証の章の課題」の成果を反映し、初期のプロトタイプ版を改善したデジタコ版とスマホ版を用意した。

同年 10 月からは公益財団法人の岐阜県建設研究センターにデジタコ版を提供し、検証に協力いただい

た。デジタコ版は G センサーによる路面の簡易診断に加え、ドライブレコーダ機能を利用し毎秒 2 枚の静止画を記録することができ、これを確認することにより、G センサー値で荒れていると判断された箇所を目視でも確認することができる。同センターは岐阜県から委託された道路パトロールを毎日実施しており定期的なパトロールの中でデータを集め、初期のプロトタイプ版の有効性検証時点から協力いただいている。

11 月からは瑞浪市、12 月からは中津川市にスマホ版を提供した。この二つの市にはスマホを利用したパトロール報告書作成支援とその移動のついでに集まるデータを利用した路面簡易診断機能を使用していた。

これらの実証から多くの市町村ではデジタコ版の路面画像の有効性も指摘されたが、スマホ版の手軽な使い勝手がより有効なことが判明し、まずはスマホ版の商品化を急ぐこととした。

6. 道路パトロール支援サービスの機能概要

道路パトロール支援サービスは、道路点検で収集したデータをクラウドを利用して分析し、道路施設の維持管理に必要な情報(価値)として提供するサービスである。全体の構成を図-4 に示す。

本サービスの特徴は、何気なく記録できるデータを収集・分析し、新たな情報(価値)を提供という点にある。サービスは大きく二つの利用シーンに分かれている。

一つは定期的な道路パトロールや住民からの通報を受けてからの車での移動、および道路補修などの作業現場での利用である。車での移動では簡単手軽なスマ

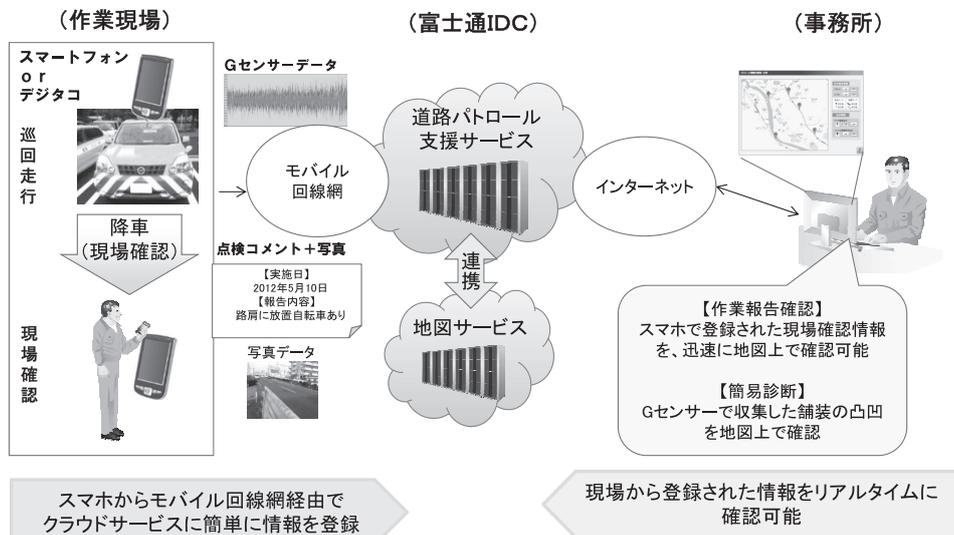


図-4 道路パトロール支援サービス概要

ホを使う方法とデジタコを利用する方法がある。スマホは作業現場での作業記録にも使用する。正式な商用版として2013年6月よりスマホ版の提供を開始した。

もう一つのシーンは道路管理事務所などの事務所で利用シーンである。スマホやデジタコからアップロードされた情報を使って点検状況の確認、パトロール報告書の作成などの業務実施のほかにGセンサーが収集した結果を基に道路の劣化状況の推定、過去との比較など道路の維持管理に必要な情報の把握・分析を行うことができる。

以下、各機能について簡単に紹介する。

(1) 走行データの収集

スマホもしくはデジタコを使って走行位置、時刻、前後・左右・上下のGセンサー値を一定間隔で記録する。デジタコ版では更にドライブレコーダで静止画を収集しており、後から道路の状況などを確認することができる。スマホでは走行中の静止画記録は行えないが走行したままで障害物などの発見位置を記録することができる。

(2) 作業現場記録

スマホを使って通報で指示された地点やパトロール中に発見した地点の観察、補修実施結果などを写真・コメントなどで記録することができる。早急に対応が必要な場合は即時にデータを送信することができ、事務所ではリアルタイムに地図上で情報を確認し、業者などに対応指示することができる。これは緊急災害時などにも有効である。

(3) 点検地点確認機能

走行したルート、作業や観察を行った地点を地図上に表示しドライブレコーダの画像やスマホで撮った作

業現場の写真などを使ってパトロール状況の把握と作業指示を行う。

(4) 報告書作成機能

作業現場での記録を基にパトロールや作業実施の報告書を作成する機能である。作業箇所を示す地図や現場で撮った写真・コメントなどを埋め込んだ様式が自動で作成されるため、簡単な操作で報告書が作成できる。

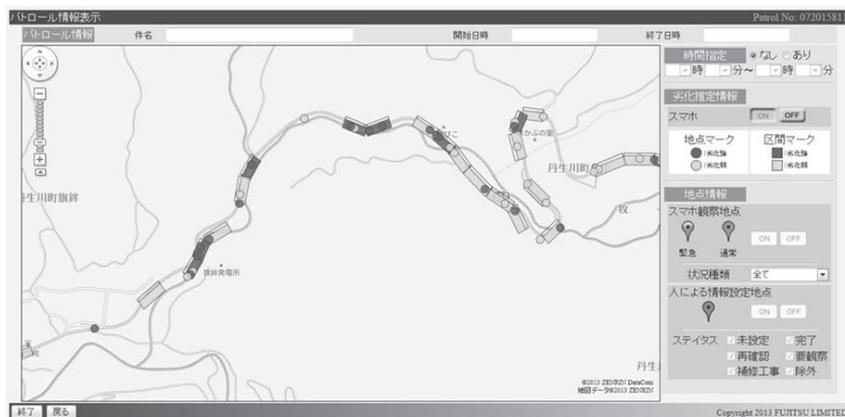
(5) 舗装劣化推定機能

走行中に収集したGセンサー値を使って統計処理を行い、道路の劣化を推定し地図上に表示する。劣化状況は、地点マークを点、区間マークを矩形で表示し、それらを赤（強）と黄色（弱）の2色で色分けしている（図-5）。これにより、ピンポイントな地点なのか、それとも数十mにわたる劣化区間なのかが一目で把握できる。ただし、表示される地点や区間にはマンホールや橋の継ぎ目など本来道路の舗装劣化とは関係のないものも含まれており自動的に除外する方法を研究中である。

(6) 比較分析機能

二つの劣化推定結果を重ね合わせて表示し、比較する機能である。同じ路線を時系列で見比べることで、劣化の進み具合や新たな劣化推定地点の発見などが行える。

商品化については、2013年6月に市町村での利用を主目的としてスマホ版をリリースした。この機能に関しては、2013年6月15日のNHKニュースでも取り上げられ、社会的な関心の高さを実感することになった。現在、岐阜県瑞浪市、北海道夕張市、福島県会津若松市、大分県大分市等複数の自治体で商用もし



(注)本サービスでは株式会社ゼンリンの地図を使用しています。

図-5 舗装劣化推定機能

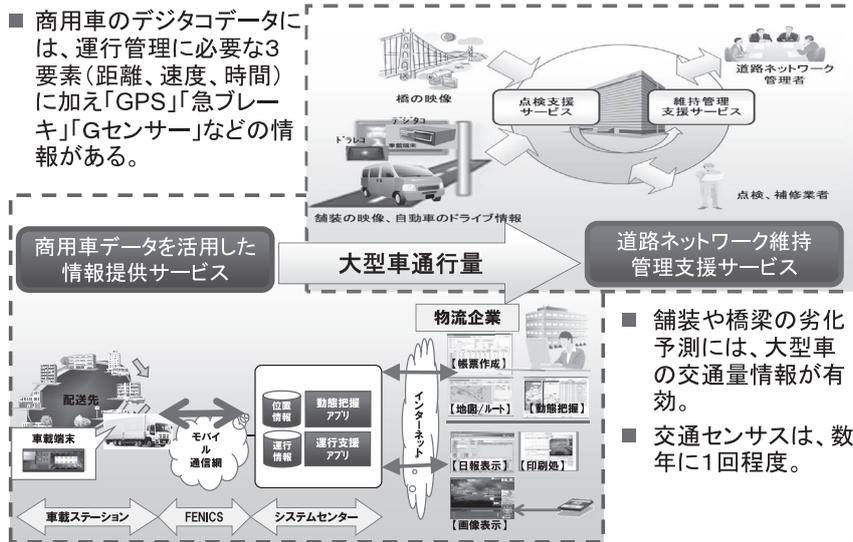


図-6 多様なデータの複合的活用

くは試用として使っているが、車種やタイヤの違いによるしきい値調整を自動化する「自動キャリブレーション機能」や定期パトロールではなく住民通報契機による対応を可能とする「住民通報登録機能」などのレベルアップ対応を順次行っている。また、都道府県での利用を主目的としたデジタコ版の商品化も計画中である。

このようなサービスを提供する前提として、長い期間、関係方面に安心して利用してもらえるよう、機能を保証するための特許の取得も行っている。

もう一つの留意点として、膨大なデータを活用することを考慮して、データの発生源とその管理に関しては慎重を期す必要があった。すなわち、データの信用性をいかに担保し続ける仕組みにすることである。具体的にはデジタコで取得するデータとスマホで取得したデータを峻別することによりデータの精度確保を目指している。

7. 今後の課題と対応

このサービス自体は緒についたばかりであり、継続的な機能強化を予定している。具体的にはパトロールの結果だけでなく、補修の履歴や予定を地図上に記録する「簡易道路台帳機能」や、GIS (Geographic Information System) との連携を可能とする「道路台帳連携機能」を計画中である。

更に、既にサービスとして提供している「急ブレーキ多発地点マップ」の応用も検討している。これは商用車(主に8t以上の大型トラック)の運行情報から判明した全国2万か所に及ぶ急ブレーキの多発地点情報である。現在は商用車の運転手および運行管理者に

対して危険地帯を通知し、安全運転とエコドライブを支援するものである。しかし、この「大型車の急ブレーキ地点」が道路の劣化地点と一致するという検証結果があり、この地点情報が要点検地点に該当すると考えられる。また、「大型車の通行情報」は、通常数年に1回行われる交通センサスの情報を補完するものであり、こちらも道路や橋梁の劣化予測に利用できると考えられている(図-6)。

今後これらの情報を活用することにより、より一層、道路の維持管理に貢献できるものと思われる。また、これまで述べてきた工学的なアプローチと並行して数学的(特に統計学的)なアプローチの有効性も検証していく予定である。具体的にはGセンサーの情報を統計的に解析し、マンホールの位置の自動検出やポットホール(道路の穴)の出現を予測するといったものである。これらはまだ机上での検討を行っている段階ではあるが、多くのデータを収集することにより、実現できるものと考えており、2013年11月より国土交通省中部地方整備局岐阜国道事務所にご協力いただき、交通量の多い国道でのデータ採取を開始している。

8. おわりに

本稿で紹介した分野は従来、全国の自治体や建設業界・建設コンサルタント業界が取り組んでこられた領域である。これら関係者に加えて何よりも地域の主人公である住民の皆さんが安心して生活できるように、富士通として貢献できればと考えている。

そのために新たな産学官のスキームを構築してきた。すなわち、産としては建設業界・建設コンサルタ

ント業界が、学としては岐阜大学を中心とした大学が、官としては都道府県や市町村の壁を越えた自治体が連携し、社会インフラの維持管理に継続的に取り組んでいける仕組みづくりと活動が必要と考えている。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) P. Choate et al. : America in Ruins : The Decaying Infrastructure. Duke University Press, 1983.
- 2) 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会社会資本メンテナンス戦略小委員会緊急提言：本格的なメンテナンス時代に向けたインフラ政策の総合的な充実～キックオフ「メンテナンス政策元年」～。
http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo03_sg_000018.html
- 3) 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会社会資本メンテナンス戦略小委員会：今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について（中間とりまとめ）。
http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo03_hh_000046.html
- 4) 岐阜県 県土整備部：社会資本メンテナンスプラン。
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kensei-unei/seisaku-plan/kensei-shuyovision/doro-iji/mp-kodohpsin.html>
- 5) K. Sawada et al. : Challenges for More Efficient and Effective Asset Management and Governance for Infrastructure : Maintenance Expert Training Program in Gifu. International Symposium on Social Management Systems 2010 (2010).

お断り

※本記事は富士通発行の雑誌「FUJITSU 2013年11月号 (VOL.64)」の記事を一部編集して掲載しています。

【筆者紹介】

村上 茂之（むらかみ しげゆき）
岐阜大学総合情報メディアセンター
（兼）社会資本アセットマネジメント技術研究センター
准教授



谷 弘幸（たに ひろゆき）
富士通(株)
経営戦略室 新規ビジネス開発室
シニアマネージャ



葛西 一良（くずにし かずよし）
富士通(株)
経営戦略室 新規ビジネス開発室
エキスパート

