1．簡易なモニタリング手法への提言

1.1 背景と目的

1.1.1 背景

我が国では，高度経済成長期以降に整備されたインフラが急速に老朽化し，今後 20 年間で，建設後 50 年を迎える橋梁が加速度的に増加することが報告されている。

このようなインフラの急速な老朽化により，社会生活に大きな影響を与える事故の急増が懸念されるため，非破壊検査技術やロボット技術等の新技術や IT を活用することで現存するインフラを安全で効率的な運用・維持管理することが求められるようになった。

1.1.2 目的

橋梁点検を実施する上での課題として，点検対象箇所や点検頻度の増大，点検技術者不足等が挙げられる。このような課題に対して効率よく橋梁点検を実施していくために，既存の維持管理技術の更なる向上を目指すとともに，施設管理者の視点・ニーズおよび産・官・学の共同の可能性を踏まえて新技術を社会へ提供していくことを目的としている。

1.2 現場の要望

1.2.1 点検技術に関する要望

(1) 見えない箇所の点検

一般的に点検では橋梁点検車，高所作業車および梯子等により近接して調査を実施している。しかし，部材内部や桁端部のような狭隘箇所や点検員が入れない箇所や，橋梁点検車，高所作業車などを用いても到達できない箇所に損傷が潜んでいる可能性もある。このような状況を踏まえ，見えない箇所を効率的かつ安全に点検したいという現場のニーズが存在している。

(2) 簡易なモニタリング手法

橋梁におけるモニタリング技術は，大きく以下のように分類される。

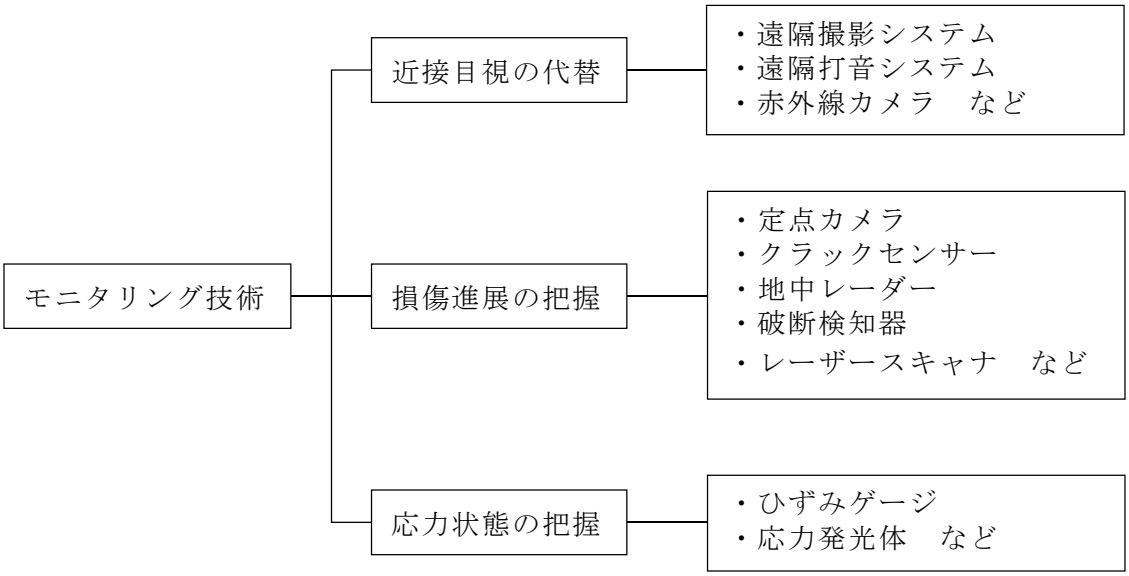


図 1.2.1　橋梁におけるモニタリング技術

橋梁定期点検では，①点検計画→②近接目視等の実施→③定期点検結果の記録といった流れで実施されているが，今後老朽化した橋梁が増加することが想定され各段階において一層の効率化を図っていくことが求められている。特に，現場作業を要する近接目視等の実施では橋梁点検車等を使用しない点検や点検自体の簡易化の手法を確立することにより，橋梁定期点検の費用を削減することが必要である。

一方で，災害時の緊急点検のように被災地までの交通手段がなく，容易に近接できない場合には，ロボットやカメラ技術の応用による安全な点検手法の確立も求められている。

よって、本 WG では近接目視に代わる画像モニタリング技術を中心に着目していく。

1.3 社会的動向

社会インフラの維持管理が着目される中で，点検技術や点検方法について社会的にも様々な動向がある。その例として，点検の義務化やインフラ用ロボットの現場検証などが挙げられる。

1.3.1 橋梁等の点検の義務化（5年毎近接目視）

橋梁等の道路構造物が急速に老朽化していくことを踏まえ，道路法施行令第 35 条の 2 第 2 項の規定に基づき，道路法施行規則において，道路の維持・修繕に関する具体的な規準を定めるため,「道路法施行規則の一部を改正する省令」及び「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示」が平成 26 年 3 月 31 に公布され，平成 26 年 7 月 1 日に施行された [1)]。

具体的には，橋梁・トンネル等は，国が定める統一的な基準により，5 年に 1 回の頻度で近接目視により点検を行うことを基本に，点検・診断の結果を記録・保存し，統一的な尺度で健全性の診断結果を分析することとなった。

この中で，点検の方法として従前と大きく変わる点は，これまで地方自治体などで主に実施されていた支間中央部などの遠望目視による点検は認められなくなったことである。これは，これまでの点検結果を分析すると，遠望目視による点検と近接目視による点検の精度差が大きく，遠望目視による点検では不十分であると判断されたためである。

また，点検の頻度も 5 年に 1 回が義務付けられたため，点検に対する道路管理者の負担が大きく膨らむこととなった。

1.3.2 次世代社会インフラ用ロボットの現場検証

国土交通省は，平成 26 年 4 月 9 日～5 月 28 日に，維持管理に役立つ技術として「現場検証・評価」の対象とする「ロボット技術・ロボットシステム」を公募し，7 月 10 日に 57 件・25 者を選定した。その内訳は,「近接目視の代替または支援」が 44 件・23 者で「打音検査の代替または支援」が 13 件・8 者であった [2)]。

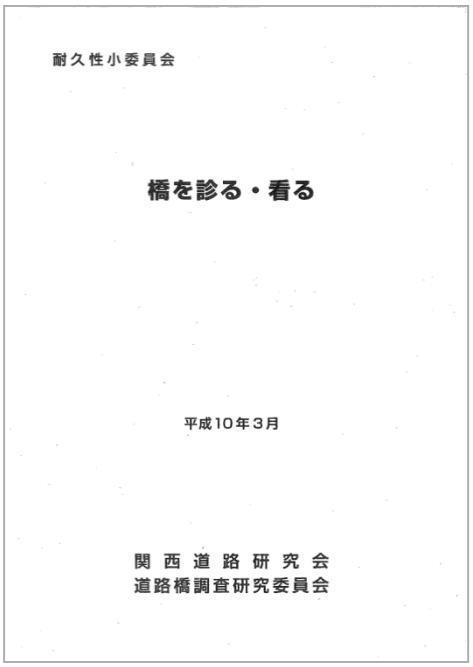
これは，インフラの点検を実施するにあたり，経済的な負担や物理的困難な箇所の近接目視や打音検査をロボットで実施できないか，という試みや要望が増加してきた中で，その効果を実際の現場で検証し，その技術の実効性を評価しようというものである。

1.4 過去の研究資料調査，点検対象の整理

上記に述べてきた背景，社会的ニーズによって，新しい点検技術や点検方法が求められている中，社会インフラの現場に役立つロボットの開発・導入を促進する取り組みが国レベルですでに始まっている。無人で安全に必要な情報を効率よく収集できるモニタリング技術は人口が減少する中では，重要な課題である。

本分科会では，第１ステップとして，橋梁のモニタリングへのロボット技術の活用について情報を収集することを目的として，過去の文献調査を行った。

調査した文献の中，谷平勉教授（当時近畿大学）を委員長として，平成６年から３年間に渡って活動した，関西道路研究会（以後，「関道研」），道路橋調査委員会，耐久性委員会（報告書：「橋を診る・看る」）が十数年前に同様な調査を行たことが分かった。ここで，その報告書の内容の一部を紹介したい。


耐久性小委員会

橋を診る・看る

平成10年3月

関西道路研究会
道路橋調査研究委員会

図 1.4.1 H10.3 関西道路研究会報告書「橋を診る・看る」[3)]

報告書では，関道研，耐久性委員会の一分科会であった「橋梁塗装の劣化診断法の提案」分科会の中で，既存橋梁への「アクセス法および簡易点検装置の検討」としてロボットの活用を提案している。

当時は，支間：30m程度，幅員：10～20m程度，橋梁形式：鈑桁または，箱桁，検査路がない橋梁を対象に検討しており，点検技術（ロボット・装置）の必要条件は，以下の表に示すとおりであった。必要条件又は，制限は，十数年の技術の進歩で変化し，本分科会として行った検討の必要条件を比較のため同表にし示す。1990 年代から，インターネット，携帯電話などで代表される，通信技術の飛躍的進歩などの恩恵を受けて，遠隔操作も可能になり，また，カメラおよびセンサー類の性能向上と小型化は点検装置そのもの小型化・軽量化に繋がり，その影響を受けてモニタリング技術にも

ワイヤーレス，GPS，遠隔操作が求められるようなった。

表 1.4.1 点検技術の必要条件—関道研（H10）とモニタリング WG 調査（H25）の比較

	関道研（H10年）	モニタリングWG調査（H25年）
データの種類	・塗膜劣化度診断のための，橋梁本体の写真または，ビデオ映像が撮影できること．	・目視点検を支援するため，写真・ビデオ映像 ・可能な場合，位置情報（GPSなど）
カメラについて	・撮影カメラは，デジタルビデオカメラが好ましい． ・カメラ部重量が10kg未満（カメラ本体＋照明装置）とする． ・カメラ部には1軸または，2軸の首振り装置を付けること．	・カメラは，１kg未満 ・他のセンサーなど2～3kg ・遠隔走査が可能
コストについて	・経費，工数は橋梁下面検査車と同レベル以下． ・治具，カメラ制作費用はなるべく膨大な初期投資にならないこと．	・足場，重機を使用するより安価な点検手法
操作	・人力で移動可能な可搬性を有すること．	・遠隔操作可能 ・ワイヤーレス
その他	-	・赤外線カメラ，他のセンサーの搭載の可能性 ・通信機能 ・長時間使用可能なバッテリーが必要 ・狭隘部の点検が可能な装置

関道研の委員会では、収集したアイデアを整理し，点検箇所へのアクセス方法を表に示すとおり，「橋面上からアクセスする方法」，「橋台を利用する方法」，「桁を利用する方法」，「独立方式」と分類した。

表 1.4.2 点検箇所へのアクセス方法（案）の分類および各方法の特徴 3)

分類	方法	特徴			
		方法の概略	利点	欠点	備考
橋面上からアクセスする方法	オーバーハング車	多関節アームの先にCCDカメラを取り付け、橋面上の台車(モニター設置)を動かしながら点検する方式、又は人間が直接アームの先端に乗って目視点検する方法。	・CCDカメラの場合は、作業を路面上で出来るので安全。	・装置が大がかりになる。 ・交通規制が必要。 ・人間がアームに搭乗する場合は、高所作業となり危険を伴う。	・第13，14案
	簡易多関節アーム方式	上記と同様の方法であるが、台車を簡易なもの(乳母車程度)として、人力で移動させる。	・作業を路面上で出来るので安全。 ・交通規制が不要。 ・比較的簡単な方法	・カメラ位置、撮影方向をあらかじめ決めるのに手間がかかる。 ・外から2桁程度しか見られない。	・軽量で剛性のあるアーム素材が必要。 ・第7，8，12案
	橋軸直角方向ワイヤ方式（横渡し棒方式）	橋軸方向と橋直方向にワイヤ(横棒)を渡し、そこにCCDカメラを取り付け、ワイヤ支持棒(ワイヤの代わりに横棒を用いた場合は左右の横棒支持ワイヤ)を人力で橋軸方向に移動させ、橋面上のモニターで観察、録画する。	・作業を路面上で出来るので安全。 ・交通規制が不要。 ・比較的簡単な方法。	・カメラ位置、撮影方向をあらかじめ決めるのに手間がかかる。 ・カメラ位置を変えて何回も橋軸方向に移動させる必要がある。	・軽量で剛性のある横棒素材が必要。 ・第15案
橋台を利用する方法	橋軸ワイヤ方式	橋台間にワイヤを渡し、そのワイヤにCCDカメラを取り付け、ひもなどでCCDカメラを移動させ、橋面上のモニターで観察、録画する。	・比較的簡単な方法。 ・交通規制が不要。	・ワイヤ位置を変えて何回も橋軸方向にカメラを移動させる必要がある。 ・橋台上の作業なので危険が伴う。 ・橋台上に降りる必要がある。	・橋台にワイヤ固定のための治具が必要であるが、無理であれば、桁端部にクランプを付けワイヤを固定することも考えられる。 ・気球を利用してCCDカメラの重量を軽減することも考えられる。 ・第16案
桁を利用する方法	ハンガー方式	桁にぶら下がるロボットにCCDカメラを取り付け、桁をロボットが移動することによって点検する。	・交通規制が不要。	・添接部、補剛材、横構、対傾構等の障害物クリア方法が問題。 ・装置が大がかりになる。	・第9案
	尺取り虫方式	桁にへばり付いたロボットにCCDカメラを取り付け、桁をロボットが移動することによって点検する。	・交通規制が不要。	・装置が大がかりになる。	・第10，11案
独立方式	気球方式	気球にCCDカメラを取り付け、リモートコントロールによって気球を移動させ点検する。	・自由に点検箇所に移動できる。 ・交通規制が不要。	・風があれば点検不可。 ・装置が大がかりになる。	・第5案
	ヘリコプター方式	ヘリコプターにCCDカメラを取り付け、リモートコントロールによってヘリコプターを移動させ点検する。	・自由に点検箇所に移動できる。 ・交通規制が不要。	・風があれば点検不可。 ・装置が大がかりになる。	・第2，6案

*関道研　耐久性委員会（H10 年）報告書

十数年前に調査されたアクセス法と，本分科会で調査した既存のロボット技術を以下の表に示す。

表 1.4.3 点検技術の比較―関道研(H10)とモニタリング WG 調査（H25）（その１）

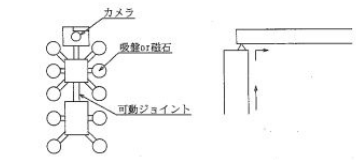
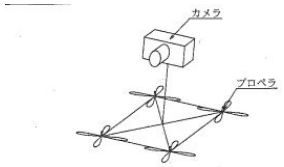
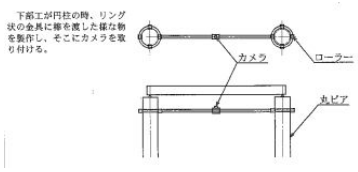
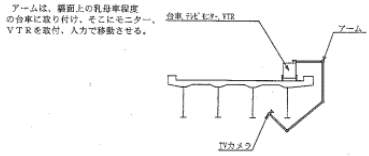
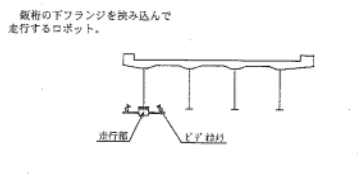
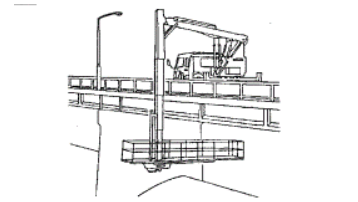
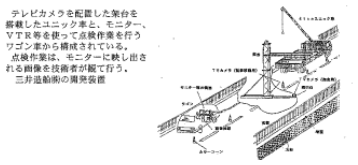
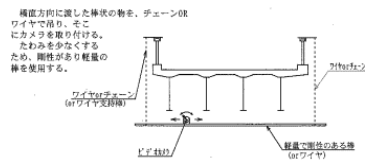
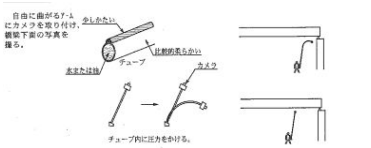
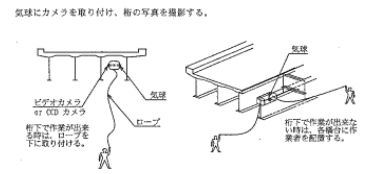
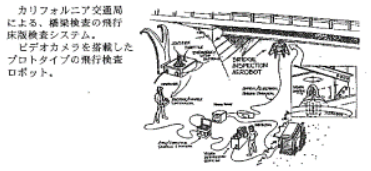
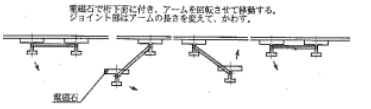
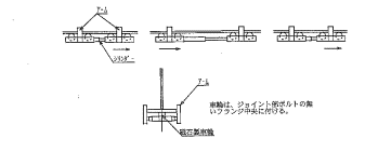
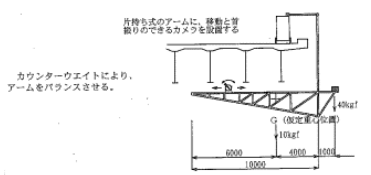
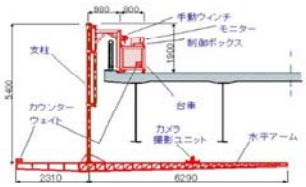
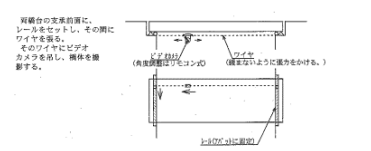
	関道研(H10年)イメージ図	モニタリングWG調査(H25年)	
吸盤ロボット方式			BIREM （大阪市立大学）
ラジコンヘリコプター			Mini Surveyor （千葉大学） その他
リング方式			
多関節型アーム方式			
ハンガー方式			（NEXCO東日本）
橋梁下面点検車			
テレビカメラによる構体点検装置			

表 1.4.4 点検技術の比較―関道研(H10)とモニタリング WG 調査 (H25) (その２)

	関道研(H10年)イメージ図	モニタリングWG調査(H25年)	
横渡し棒方式 (橋軸直角方向 ワイヤー方式)			
自在チューブ方式			ビデオスコープ (Olympus)
気球方式			
飛行橋梁検査システム			
電磁石式自走ロボット			
尺取り虫式自走ロボット			
片持ちアーム方式			「桁下診断システム」 (NETIS:SK-010029-V)
橋軸方向ワイヤー方式			

当時の関道研の委員会では，ワイヤー式のアクセス手法を「実用的」と評価し，実用化に向けて，実験，試設計などの検討を行っている。

本分科会で調査した既存の技術中，分科会当初のイメージ（”Inspection Ball”）を目指して飛行型ロボット（UAV）に小型センサーを搭載して，アクセス困難な箇所の点検に用いる手法を検討することにした。

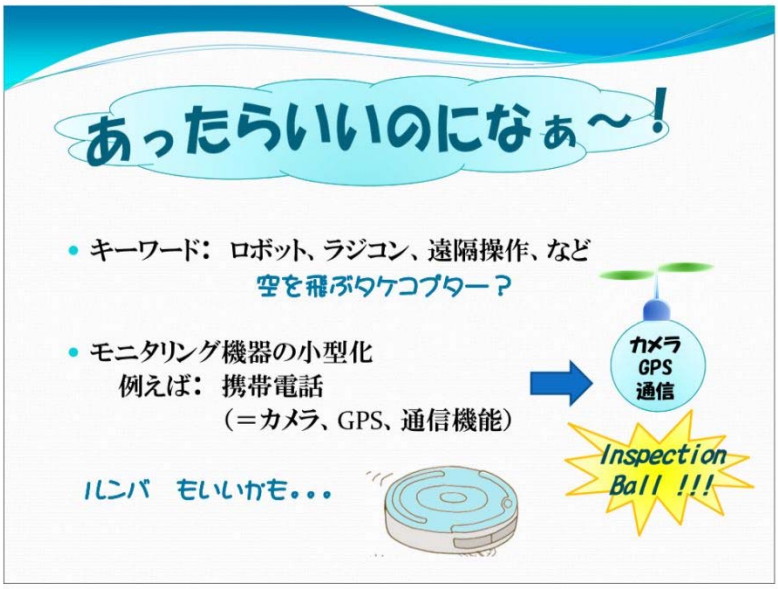


図 1.4.2 モニタリング WG の点検ロボットのイメージ

1.5 近接目視代替機の検証

1.5.1 近接目視の代替となるシステム

河川部や高所で桁下から容易に近接目視ができない橋梁については，車線規制を伴う橋梁点検車を用いたり，点検用の足場を設置する必要がある。これらの点検作業では，コスト，交通規制による社会的損失，安全性等の課題があり，より効率的な点検手法の確立が求められている。

近年では，様々な分野でロボットの活用が進んでおり，インフラの点検・診断においても，ロボットの活用が期待されている。ここでは，従来の近接目視を代替または支援する点検ロボット・点検技術を紹介する。

(1) 点検ロボット

表 1.5.1 レール付移動カメラ

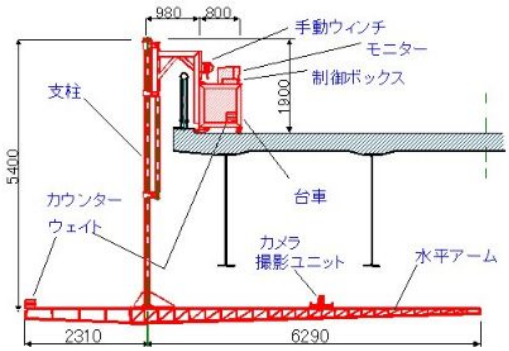
【概要】
橋面上（路肩，歩道部）から，点検用アームを桁下面に進入させ，アームに搭載したカメラにより橋梁下面の損傷を確認・撮影し，映像を橋面上のモニターで確認するシステム。
【技術事例】
 桁下診断システム概要 「桁下診断システム」（NETIS:SK-010029-V）より引用 [4]
 「橋梁点検カメラシステム視る(みる)診る(みる)」（NETIS: KK-110063-A）より引用 [5]
【期待される効果】
・点検員が橋梁下に降りる必要がないため，現地作業がより安全となる。 ・人力で組立，解体が可能であるため，工期の短縮が図れる。

表 1.5.2 UAV（無人飛行機）

【概要】
UAV（無人飛行機）にカメラを設置し，遠隔操作により橋梁の各部材に近接し，損傷の確認・撮影（動画・静止画）を行う。
【技術事例】
NEXCO 東日本検証実験状況　　国道交通白書 2014　より引用 [6]
【期待される効果】
・地上から点検員が操作でき，現地作業がより安全となる。 ・橋面上の規制等が不要となり，コスト縮減，渋滞等の社会的損失が無い。

(2) その他

表 1.5.3 ポールカメラ

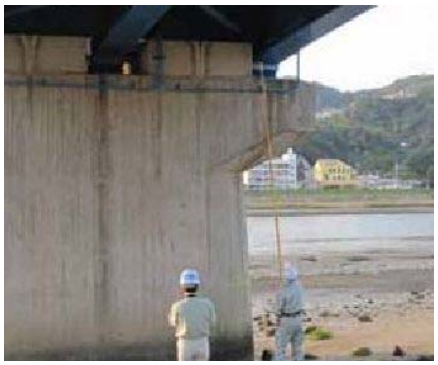
【概要】
伸縮自在なポールの先端にカメラ（デジタルカメラ・CCD）を搭載し，人力でカメラを操作して，損傷を確認・撮影し，映像を手元のモニターで確認するシステム。
【技術事例】
 「構造物点検用カメラ「DS カメラ」システム」（NETIS：CG-090005-A）より引用 [7]
【期待される効果】
・地上から点検員が操作でき，現地作業がより安全となる。 ・近接困難な狭隘部でも損傷の確認が可能。

表 1.5.4 高所用打音システム

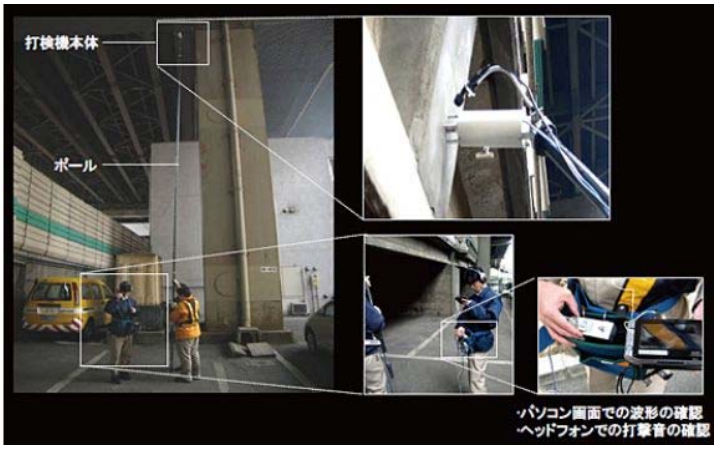
【概要】
伸縮自在なポールの先端に，打検機を設置し，付属のマイクロフォンにより打撃音を聞くことができ，うきの有無を判定できる。打撃音を録音し波形分析することで，うき範囲の自動判定が可能。
【技術事例】
 「簡易型高所点検用打音検査システム」（実用新案登録 第 3137559 号） 首都高速道路技術センターHP より引用 [8]
【期待される効果】
・高架下状況が悪く機械足場が設置できないような場所や，機械足場のバケットが進入できないような狭隘部などのコンクリート構造物の打音点検が可能。

表 1.5.5 赤外線サーモグラフィ

【概要】
赤外線画像解析技術により，遠望非接触にて高精度かつ定量的に浮き・剥離箇所を検出するシステム。
【技術事例】
 「赤外線調査トータルサポートシステム Ｊシステム」（NETIS：SK-110019-V）より引用 [9]
【期待される効果】
・打音点検の 1 次スクリーニングに用いることにより，打音点検面積の大幅な削減が可能となる。

1.5.2 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)

UAV（無人飛行機）にカメラを設置し，遠隔操作により橋梁の各部材に近接し，損傷の確認・撮影（動画・静止画）を行う。

点検の効率化を目的として，現在，多くの機関で開発・実用化に向けての検証が実施されている。

「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会　橋梁維持管理部会」における現場検証対象技術の全 25 者のうち，10 者が UAV 関連の技術である。[2)]

下記に，UAV を用いた橋梁点検技術における現時点での概要をまとめる。

①三つ以上のプロペラを有するバッテリー駆動の飛行体が主流である。飛行船タイプも存在する。
②価格は数百万円～1 千万円を超えるものもあるが，ホビー製品であれば 10 万円程度から入手可能である。
③飛行時間は 20 分程度のものが多い。飛行距離は，操作性，映像伝送にも影響されるが，150～200m 程度である。
④位置を特定する GPS や加速度センサー，ジャイロセンサーなどを搭載し，自律飛行できる製品もある。
⑤操作に特別な免許は必要としない。
⑥航空法に抵触しない範囲であれば飛行に対する規制はない。（一般部で高度 250m 未満、航空路内で 150m 未満）

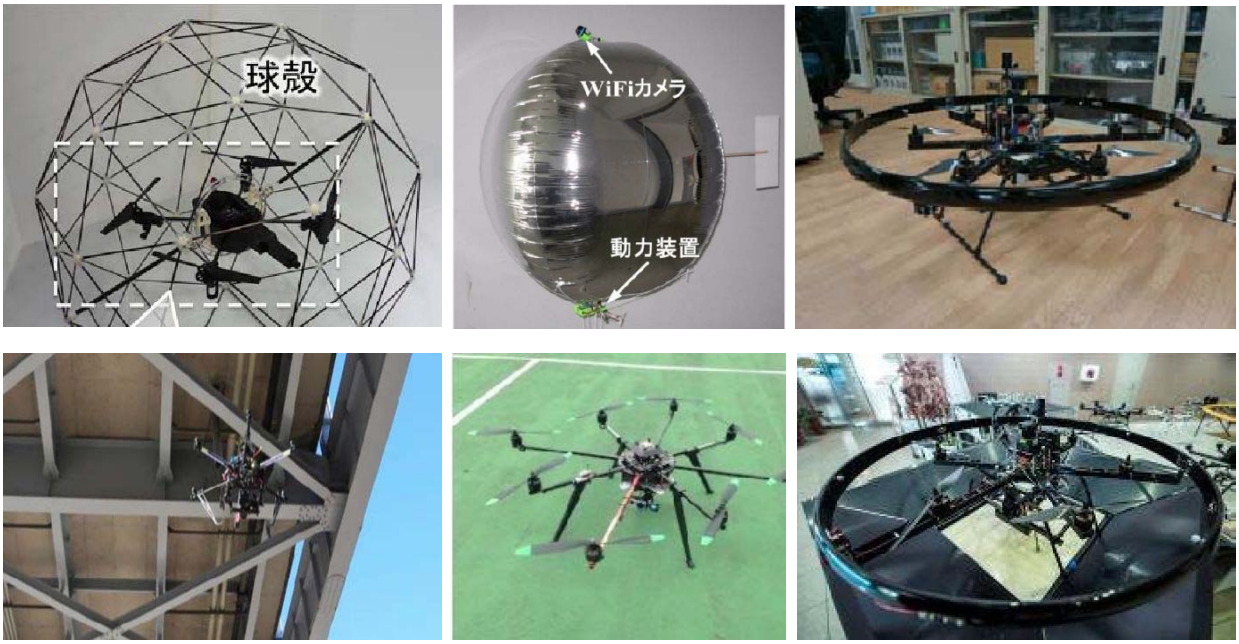


写真 1.5.1 UAV 現場検証対象技術例

国土交通省総合政策局 報道発表資料（H26.7.10）より引用 [2)]

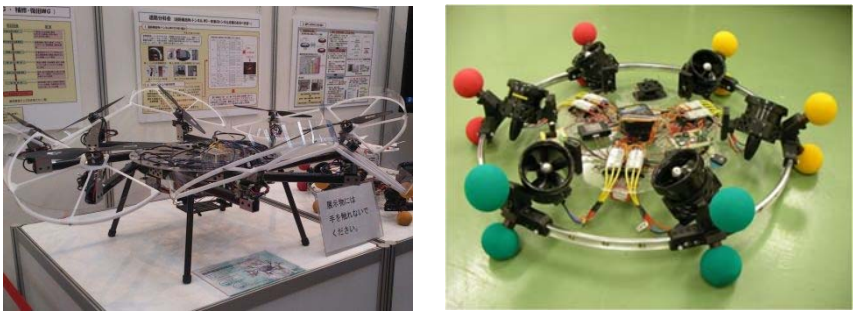


写真 1.5.2 UAV 開発事例

菱田伸鉄工業株式会社 提供

1.5.3 UAV による実証

(1) 実証の目的

UAV を使用した実証で確認したいことは次の事項とした。

・脚立程度では届かない位置のひびわれ判読がどの様に確認できるのか。
・UAV の操作性・使用性はどうか。
・UAV を使用するにあたって注意が必要なことを整理する。

(2) 実証機の選定

UAV の種類は固定翼から回転翼まで様々種類が存在するが，狭い空間を小刻みな操作で移動することを考慮するとホバリングは欠かせない機能である。よって機構的にホバリングが可能である回転翼とした。

本格的な UAV は，まだまだ高価であるため，一般に市販されているホビー製品（実売価格 15 万円程度）を実証機として選定した。

写真 1.5.3 UAV の全景（ホビー製品）

(3) 実証フィールドの概要

・撮影はビルの 5 階に予め用意したひびわれサンプルを撮影。
・接近距離は約 1m 程度。
・UAV 本体の振動を考慮して動画にて撮影。
・ホバリングの安定性を最大限引き出すために GPS が補足できる環境。

1.5.4 UAV による実証結果

(1) 実証状況

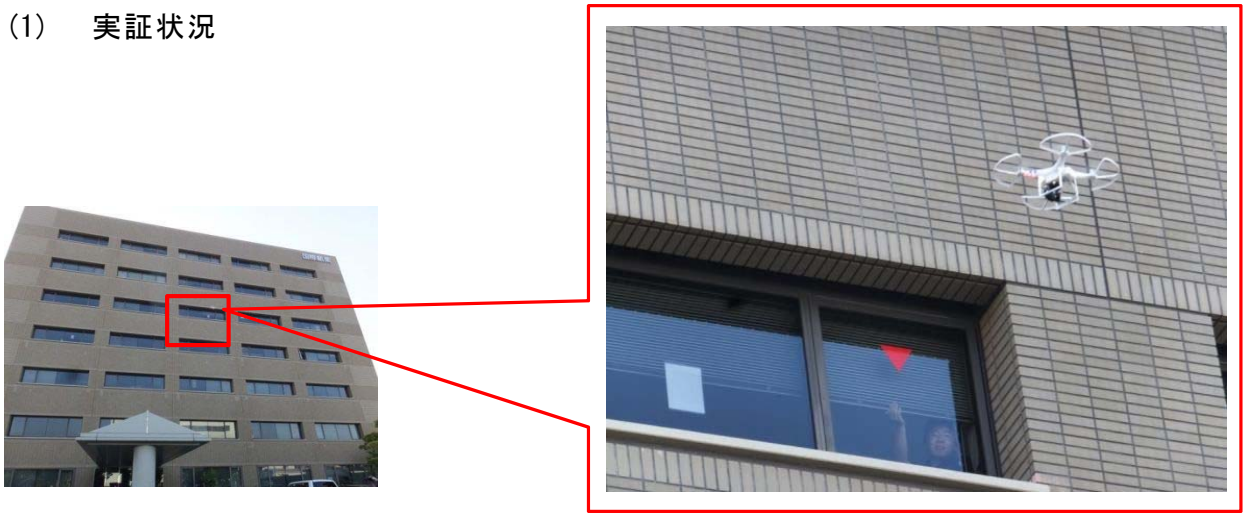


写真 1.5.4 UAV による撮影状況

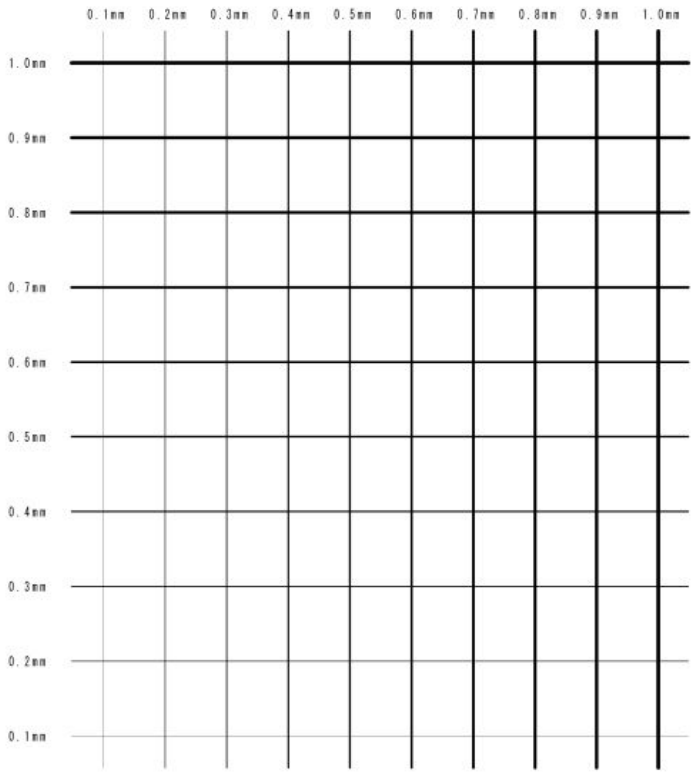


写真 1.5.5 ひびわれサンプル

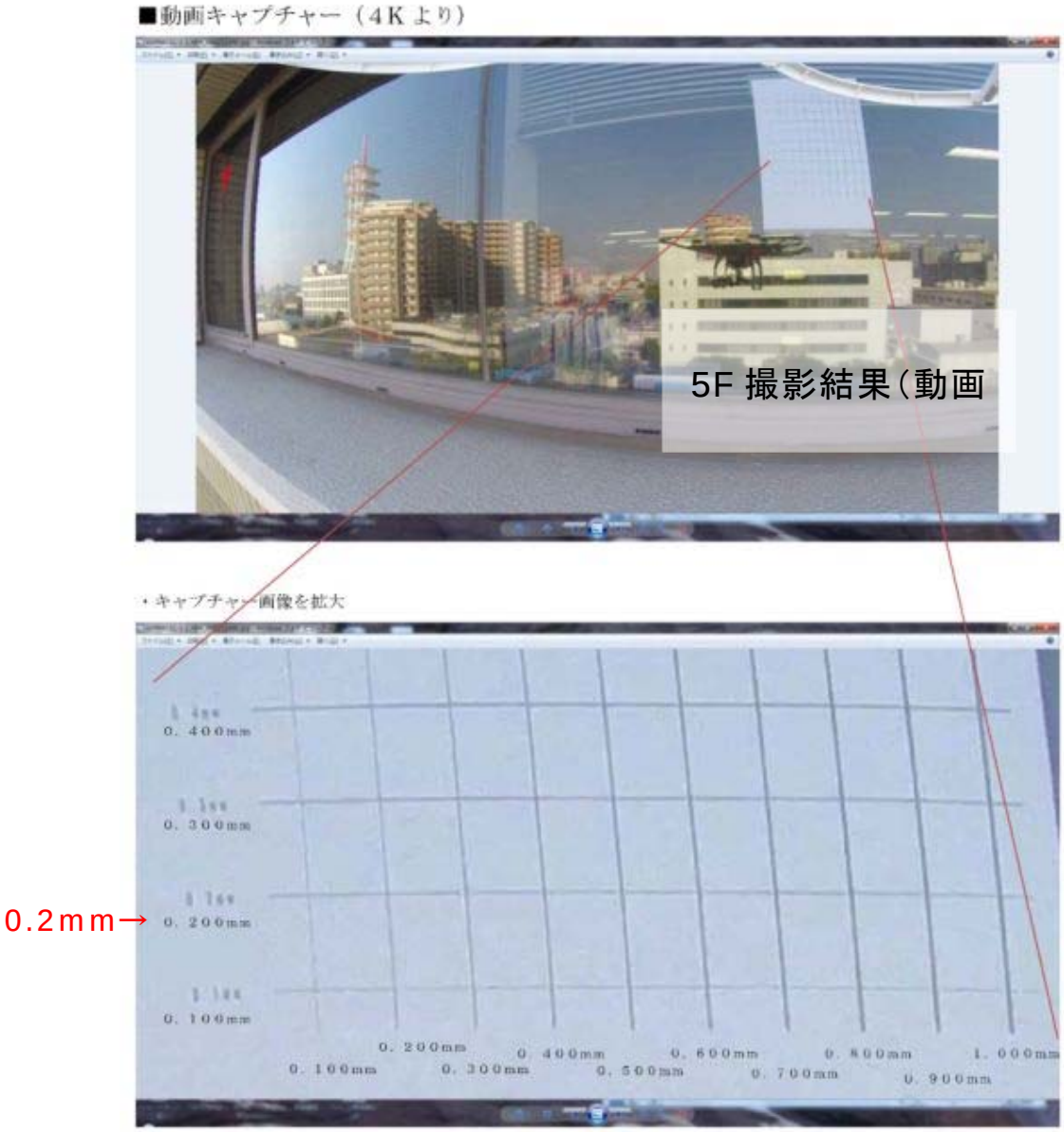


写真 1.5.6　キャプチャー画像

(2)　判読性

動画からのキャプチャーでもひびわれがあることは判読できた。但し，0.1mm のひびわれなのか 0.2mm なのかの判断は難しかった。

しかしながら，画像の鮮明さは使用するカメラの解像度やレンズに依存されるため現段階では特に問題が無いと判断した。

動画の撮影時には風速 3m程度の横風が発生していたため UAV 本体の動揺はあったが，カメラを支えている回転台（ジンバル）も適正に作動していたため安定した動画を得ることができた。

(3) 操作性

操作性に関して実証機は，既に市販されている量産機であるためハード的にもソフト的にも改良が重ねられているため 10 回程度の練習飛行で目的地点までの飛行・撮影は可能であると判断する。但し，今回の実証フィールドは特に障害物や狭い空間での操作及び，搭載されているセンサーへの障害は極力無い環境とした為，実際の現場では固有の障害条件を事前に把握することが重要である。

(4) 使用性

使用性は，ホビー機による実証実験であったが，現地の条件によっては安全性が高く迅速な観測が十分行えると判断する。今後の市場のニーズに応じた発展を期待する。

1.5.5 UAV を利用した今後の点検課題

UAV は，ようやく認知されてきたが，まだ法律の整備が十分整っていないことから，点検等に使用するに当たっては，まだまだ多くの課題を有している。ここでは，今後解決していかなければならない課題を挙げる。

(1) 費用対効果の検討

UAV はまだ試験的な使用段階であり，利用している機械も既製品，既製品の改良版，独自開発など様々である。またリース等の整備もまだ十分ではない。このため，設備投資の金額と使用頻度を考慮して，他の点検方法（橋梁点検車の利用，足場の設置など）との検討を行う必要がある。また，操縦者の訓練あるいはオペレーターの確保なども考慮する必要がある。

(2) 適用箇所の検討

UAV を使用した点検を行いたい箇所は，点検員が容易に近接できない箇所などが挙げられるが，その適用箇所の選定に際しては，立地条件や環境条件について検討が必要である。

① 立地条件

万が一の墜落に対しても安全性が確保された場所や，不測の衝突等を回避することが可能となるように，飛行している機械を目視確認できるなどの立地条件が求められる。

② 環境条件

沿岸部のように飛行に影響を及ぼすような風が頻繁に発生する箇所や，フラッシュやライト等を使用しても撮影に十分な光量が得られないような箇所は不向きであると考えれられる。

(3) 使用に対するルールの整備

UAV を使用するにあたっては，その使用に対するルールを整備することが重要であると思われ，特に以下の項目については留意する必要がある。

① 第三者被害防止

UAV は飛行物であるため，墜落の危険性を有している。このため，万が一の墜落に備えた対策が必要であり，特に第三者に被害が及ばないような予防措置が必要であると思われる。例えば，物理的には交通規制を行わなくても走行する車両の上空を飛行して点検を行うことは可能であるが，墜落に備えた最低限の規制等を行うことや，墜落に備えて保険をかけておくことを奨励する，などが考えられる。

② 事故防止

第三者被害が想定されない山間部の谷間であっても，墜落した場合は機械が積載しているバッテリー等から出火し，火災を引き起こす可能性もある。したがって墜落を未然に防ぐ対策も必要であるが，万が一の墜落に対する回収方法などの検討も必要である。

③ プライバシーマナー

UAV は上空のあらゆる角度から撮影が可能であるため，民家等が近くにある場合はプライバシーが問題となる可能性がある。故意に撮影する意図がなくても撮影してしまう可能性もあることや，近隣住民から不信感を抱かれる可能性も少なくない。このため，身分や作業内容を明示して作業を行うなどのルール化も必要になる。

(4) データ整理法の検討

取得するデータは，あらかじめ決められた箇所のみ撮影する場合や手元のモニターで撮影箇所を確認し，特定箇所のみを撮影するのであれば問題ないが，スクリーニング等で使用する場合は，連続写真や動画での撮影を行うことも考えられる。この場合，取得するデータは膨大なものとなり，データ整理に必要な時間も大幅に膨らむことが考えられる。また，大量にデータを扱う場合は見逃し等のヒューマンエラーも懸念される。このため，必要に応じて複数の技術者でデータを確認しながら，抽出するデータを判断するなどの対応も考える必要がある。

さらに，撮影した場所・方向・部位が既知でなければ，損傷等の位置が特定できないため，GPS などを搭載し撮影位置が特定できるような措置が必要となる。しかし，桁下等で GPS が使用できない場合も少なくないため，これらに対する対応も検討が必要である。

(5) 利用方法の検討

UAV を点検に利用することは，有効であると思われるが，点検員が直接近接にて目視を行う点検とは，精度や可能となる点検内容について異なるものであるため，その利用方法については検討が必要である。

今後の利用方法としては，以下のような場合に利用することで，その効果が発揮できると考える。

① 災害や緊急時の一次点検

災害時は，道路が分断されていることや二次災害の恐れもあることが多く，容易に点検員が近付けない状況が想定される。しかし，復旧や支援のためには，その健全性を速やかに判断し，通行の可否を決断する必要がある。このような時は，無人で点検の実施が可能な UAV にて一次点検を行うことが有効である。

② 損傷が確認された橋梁の経過観察

定期点検において深刻な損傷が認められた場合は，速やかに補修・補強の対策を講じることが必要である。しかし，施工時期の問題や詳細調査に時間を要する場合など，速やかな対応がとれない場合も考えられる。このような場合の経過観察に UAV を利用することが有効である。

③ 一次スクリーニング点検

定期点検では，近接目視を行うことが基本となっているが，その前の踏査段階等で一次スクリーニングを行い，損傷箇所を事前に把握することで，重点的に点検を行うべき箇所をあらかじめ特定することが可能である。このようなスクリーニングに UAV を利用すると，遠望では確認できない箇所も把握することができるため，効果的な踏査が実施可能である。

④ 橋梁点検車が利用できない橋梁の点検

荷重制限がかけられていたり，橋梁点検車を配置するのに十分な幅員がない橋梁や歩行者専用の橋梁などは，橋梁点検車を利用した点検が不可能である。このような橋梁の点検には UAV を利用することが有効である。

⑤ 定期点検の中間時期における点検

定期点検の頻度は，5 年に 1 度行うことが義務付けられたが，定期点検の中間時期の日常点検や，特に留意する必要がある橋梁などは，不定期に点検を実施する場合がある。このような場合も UAV を活用することが有効である。

これらの目的で使用するのために必要と考えられる UAV の性能を下表に示す。

表 1.5.1 スクリーニング等の使用で必要とされる UAV の性能

GPS	ホバリング安定性のためにも GPS は必要であり，可能であれば撮影時の位置を特定し，記録できるものが望ましい。
自律飛行	指定ルートの自動飛行などができれば望ましいが，撮影機が操縦者から視認可能であれば必ずしも必要ではない。
カメラ	近接できる度合いが限られる箇所もあるため，極力高解像度のものが望ましい。また遠隔でモニターが可能であればさらに望ましい。
滞空時間	撮影後に帰還させることも考慮すると 50～100m 程度の往復が必要であり，滞空時間は最低 10 分程度は必要である。

1.5.6 UAV を利用するための計画準備

UAV を使用するに当たっては，今後使用法によるルールの整備や法整備なども行われる可能性があるが，現時点では下記の計画準備を行うことが望まれる。

表 1.5.2 計画準備リスト

【計測計画】	
□	不慮の事故等による備えはあるか
□	飛行・撮影に対して電波法に抵触していないか
□	個人情報やプライバシー侵害の恐れはないか
□	撮影予定コースに道路・鉄道・人家を横断することは無いか
□	撮影予定コースに高圧線，電線等が無いか
□	撮影予定コースに空港や飛行規制区域は無いか（航空法に抵触しない高度で撮影可能か）
□	撮影機が視認できないコースとなっていないか
【準備備品】	
□	作業員装備（作業着，ヘルメット，身分証）は十分か
□	UAV 備品（プロペラ・電池等）の予備はあるか
【撮影時確認事項】	
□	天候に障害は無いか（雨・風・雷）
□	離着陸の場所に問題はないか
□	テスト飛行に不具合はないか
□	バッテリー残量は十分か

1.6 参考文献

1) 報道発表資料「道路の維持修繕に関する省令・告示の制定について（道路法施行規則の一部改正等）」（平成 26 年 4 月 2 日　国土交通省　道路局）
2) 報道発表資料「次世代社会インフラロボット（橋梁維持管理）「現場検証対象技術」が決定しました！」（平成 26 年 7 月 10 日　国土交通省　総合政策局　公共事業企画調整課）
3) 関西道路研究会，道路橋調査委員会，耐久性委員：「橋を診る・診る」，pp.183-241，1998.3.
4) NETIS「桁下診断システム」（NETIS:SK-010029-V）
5) NETIS「橋梁点検カメラシステム視る（みる）診る（みる）」（NETIS:KK-110063-A）
6) 国土交通省白書 2014
7) NETIS「構造物点検用カメラ「DS カメラ」システム」（NETIS:CG-090005-A）
8) 首都高速道路技術センターHP
http://www.tecmex.or.jp/index.php/business/new-technologies-patents/hammering-test
9) NETIS「赤外線調査トータルサポートシステム J システム」（NETIS:SK-110019-V）