

車で橋を診る

車両振動モニタリングによる橋梁診断技術の社会実装
Social Implementation of Drive-by Monitoring Technology for Bridge Diagnose

筑波大学システム情報系・助教

山本亨輔

Yamamoto Kyosuke

Ph.D. (Eng.), Asst. Prof.

Institution of Systems and Information Engineering
University of Tsukuba

2012年3月

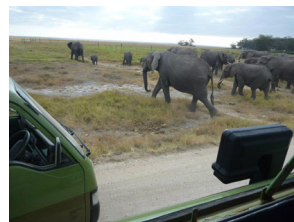
京都大学大学院
単位取得退学
7月 博士(工学)取得

2012年8月

Jomo Kenyatta University
of Agriculture and Technology
にて臨時教員 (2ヶ月)

2012年10月

筑波大学
システム情報系・助教



Institution of Systems and Information Engineering
University of Tsukuba

2012年3月

京都大学大学院
単位取得退学
7月 博士(工学)取得

2012年8月

Jomo Kenyatta University
of Agriculture and Technology
にて臨時教員 (2ヶ月)

2012年10月

筑波大学
システム情報系・助教



Institution of Systems and Information Engineering
University of Tsukuba

橋の老朽化に苦しむ自治体

The Problem of Aging Bridges

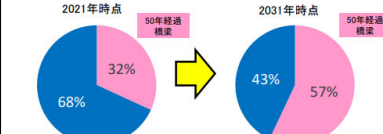
Local governments facing constant budget shortfalls

道路施設の高齢化・老朽化

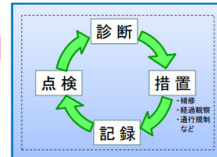
- 建設後50年を経過した橋梁の割合は、10年後(2031年度)に 約57%に急増
- 2019年度より二巡目点検を開始し、着実な老朽化の進行を確認、計画的な修繕が必要

橋梁 建設年数の推移

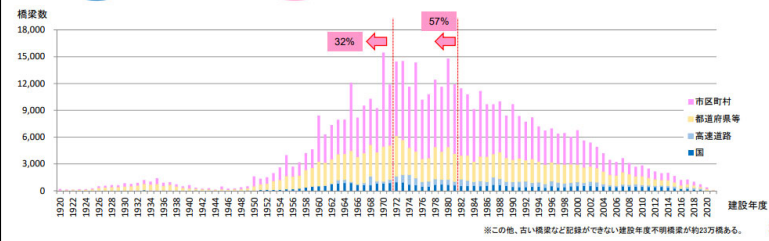
【橋梁】



メンテナンスサイクル



- 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、近接目視による全数監視を実施
- 「点検→診断→措置→記録」のメンテナンスサイクルを実施



資料は国交省・総務省から手に入る

1960年代の集中的インフラ投資 Intensive infrastructure investment in Japan and Western Europe during the 1960s

インフラ一斉老朽化 vs 国家の持続性
Simultaneous Aging of Infrastructures is the problem of the national sustainability

日本の公的歳出は170兆円^[1]くらい

(インフラ開発・維持管理は概ね10%)

Japanese Public Investment was about 135 trillion yen/year for COVID-19 and 14% is used for the development of maintenance of the infrastructures

地方自治体で人材・予算・技術が不足

Lack of human resources, budget and technology in local governments

[1] 総務省『令和2年版地方財政白書』より

※平成30年度の政府(一般会計と交付税及び譲与税配付金、公共事業関係等の6特別会計の純計)と地方(普通会計)の財政支出の合計は、169兆2,216億円(国: 71兆9,488億円+地方: 97兆2,729億円)

※令和2年度は222兆5,076億円(国: 98兆48億円+地方: 124兆5,029億円)

※日本政府が発表する支出には公債費35兆円が含まれる…政策的経費(政府支出)は135兆円

[2] 国土交通省『令和5年度予算概要』…インフラ老朽化対策等による持続可能なインフラメンテナンスの実現: 7,388 億円
地域における総合的な防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援(防災・安全交付金): 8,313 億円

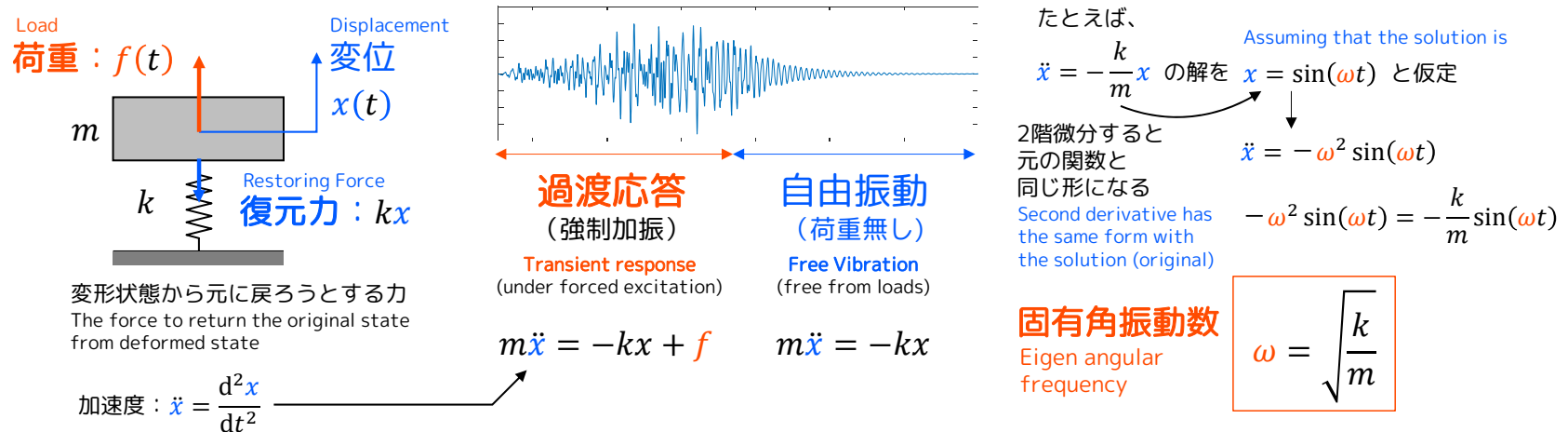
[3] 谷成二(国土交通省道路局国道・技術課 課長補佐): 我が国の道路メンテナンスの現状
～道路メンテナンス年報(2巡目の2年目)の公開～, 2021.

振動ベースの構造ヘルスマニタリング

Vibration-based Structural Health Monitoring

例) 振動から計算される特徴量に基づいて、構造物の性能を推測する方法

Methods of estimating the performance of a structure based on features calculated from vibration



特徴量の変化 = 力学パラメータの変化なので、健全度を評価できる

We can evaluate the structural health, because the changes of features indicates the changes of mechanical parameters

車両振動を用いる間接的モニタリング

Indirect Bridge Monitoring using Vehicle Vibration

車両振動モニタリング

Drive-by Bridge Monitoring

粗い精度・低コスト・迅速
Rough evaluation, low cost, rapidly

橋梁振動モニタリング

Bridge Vibration Monitoring

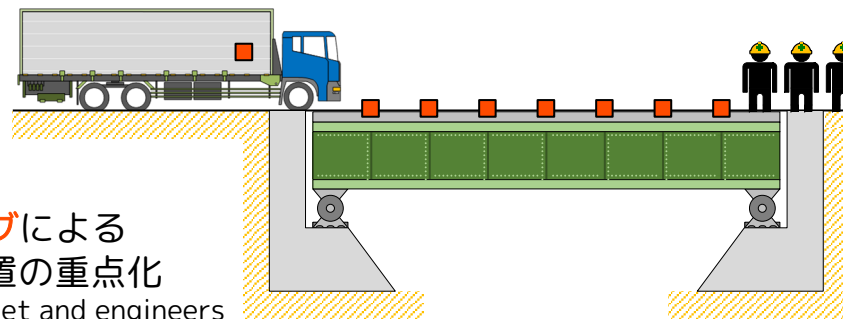
精度良い・高額・客観的
Good accuracy, expensive, objective

近接目視点検

Visual Inspection

精度良い・労力が大きい
所要時間が長い
人によって結果が異なる
Good accuracy, labor-consuming
required long time, low reliability

橋梁スクリーニングによる
予算配分・人員配置の重点化
Concentration of budget and engineers
based on priorities obtained from Screening
持続的な橋梁維持管理
Sustainable Bridge Maintenance



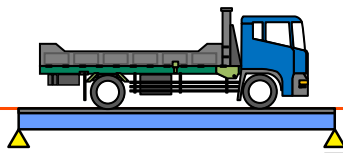
技術者の不足 & 減少
Shortage and decline of Engineers

持続性が低い

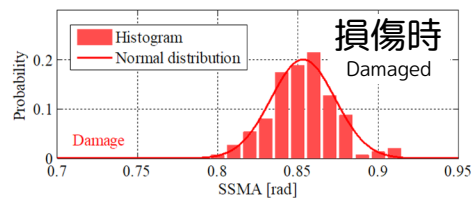
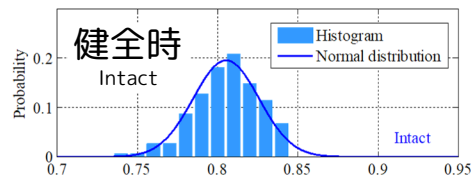
Low Sustainability

車両振動モニタリングの社会実装

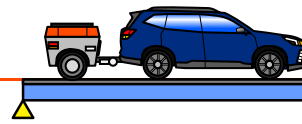
Social Implementation of Drive-by Bridge Monitoring



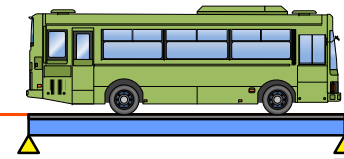
特徴量による異常検知
Feature-based Abnormality Detection



※ 模型実験の結果（中釜悠太, 卒論2013）



牽引車による橋梁診断
Diagnosis with a dedicated trailer



群的モニタリング
Fleet Monitoring

橋梁スクリーニング Bridge Screening

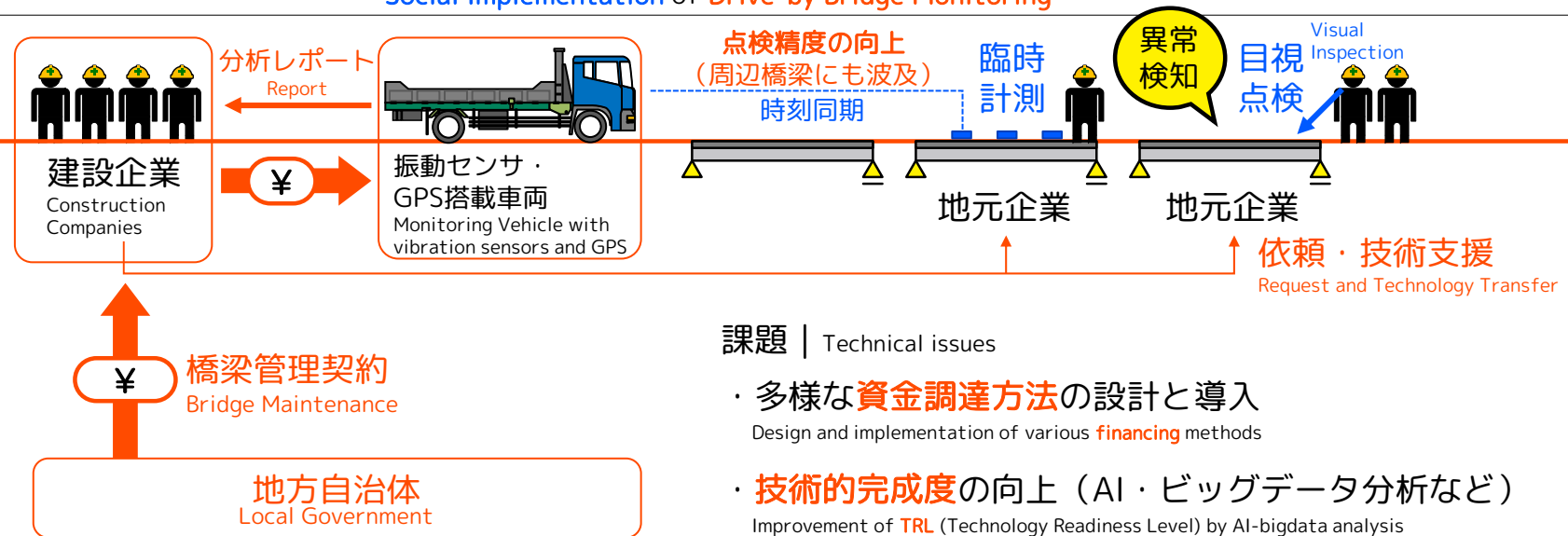
全橋一律点検から優先順位別点検へ
From monotony inspection of all bridges
to priority-based inspection

データ駆動維持管理 Data-driven Maintenance

点検・診断の自動化
Automated Inspection
using Fleet-of-Vehicles

車両振動モニタリングの社会実装

Social Implementation of Drive-by Bridge Monitoring



課題 | Technical issues

- ・ 多様な**資金調達方法**の設計と導入
Design and implementation of various **financing** methods
- ・ **技術的完成度**の向上 (AI・ビッグデータ分析など)
Improvement of **TRL** (Technology Readiness Level) by AI-bigdata analysis

筑波大学山本研 (2012~) は 土木的課題の解決を目指して (インフラ強靱化)

1) 力学ベースの基礎的・学術的研究

Numerical Simulation (FEM)
Structural Dynamics (**Vibration**)
New Structure Design



2) 研究成果の社会実装・教育還元

Vibration-based SHM
Drive-by Bridge Monitoring
Project-based Learning in Africa

