

インフラの維持管理における技術開発の 動向とSIP

土木研究所 CAESAR講演会
2015.8.28

藤野 陽三

横浜国立大学 先端科学高等研究院
fujino@ynu.ac.jp

お詫び

配布資料は破棄ください
今回の講演とは大きく異なっています。

今日のPPTのpdfは

fujino@ynu.ac.jp

に請求くださればすぐに送ります
(シーザーのHPにもアップロードします?)

記念切手

土木学会創立100
周年記念

人々の生活を
支える土木
を絵にしたもの

1000万枚発売
2014年9月1日発売

苦情が来た...



建築と土木
＝
点と線

違うのだ
土木は線だから
一点でもやられると
終わり 脆弱だ

建築は点だから
ばらばらなことが場合
によってはプラスに働く

Ace 2014年2月号(日建連)
「陸奥(ろくずみ)」
建築家内田祥哉先生
(東大名誉教授、
元日本建築学会会長)

日本工学会

- 工学会創立 1879年11月18日(明治12年)。
- 旧工部大学校の

土木、電気、機械、造家、化学、鉱山、冶金

の7学科第1期卒業生23名が相互の親睦、知
識の交換を目的として創立。

土木はその中の中心的存在

最初に**造家1886**, そして電気1888, 機械1897
が学会として分離独立

土木は工学の中心 独立には抵抗 最後独立

土木と建築は違う。

インフラストラクチャ＝ 「社会的共通資本」

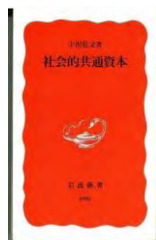
「みんなが使う、みんなのもの」

「公」(官ではない) 対「私」

人間が人間らしく暮らすのに必要なもの(塩野)

- 自然環境 サイエンス的要素
大気, 水, 森林, 河川, 湖沼,
海洋, 沿岸渚地帯, 土壌, 地震, 雨...
- 社会的インフラストラクチャー 工学
道路, 交通機関, 上下水道, 港湾
電力・ガス 所謂「社会資本」
- 制度資本(システム) 社会科学の要素
公共政策, 教育, 医療, 金融, 司法, 行政

常に, 自然と社会を見て, 広い視野でことに臨む。



首都高速一号羽田線
1964年完成



時とともに価値が上昇



50年前のクルマ



50年前のテレビ ラジオ

工学

機械工学 Mechanical Engineering
電気工学・電子工学 Electrical/Electronics

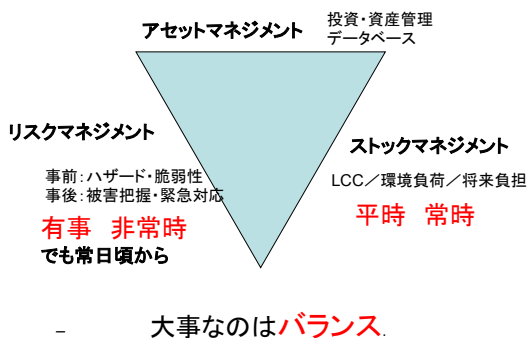
先端的, 新しさを競う

建築学 Architecture (技術をつなぐ)
土木工学 Civil Engineering 古いものの価値

自然 工学・技術 社会・人間

尖がっていないが, 幅が広い

社会基盤マネジメントの考え方



事故, 災害から学ぶ

経験から学ぶ

シルバブリッジの動画

アメリカの橋梁の維持管理はこの事故(1968年)がきっかけ

中央高速道笹子トンネルの天井板落下事故 (2012年12月)



日本のインフラの維持管理を大きく変えた

ミネソタの橋梁崩落事故 2007. 8.1



設計ミス 薄かったU-10 ガゼット 2003年撮影

写真でも面外変形していた
点検では見つけれず（悪くなったところだけを探すので）
もともと悪いところ
を探すのは大事



トラス格点は大事な
部位と見なされて
いない

US
接合部の設計
の見直し

我々は何を
学んだか？

アメリカで起こることは日本でも起こる。逆もまた真

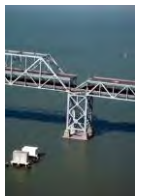
構造部材を接続する部材が破断している
(耐震補強に入っていない 想定外)



横浜ベイブリッジのトラス部の耐震補強

Loma Prieta 地震, 1989

インフラ、特に 橋の被害



Loma Prieta 地震, 1989

"Unbelievable damage!"

日本ではありえない 想定されない
This kind of damage would not
be expected in Japan"

日本の国際的に著名な地震工学者の言
カリフォルニア運輸局は地震レトロフィットに励んだ
ハウズナー名誉教授委員会

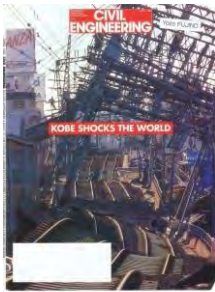
報告書 *Competing against time*
時間との闘い



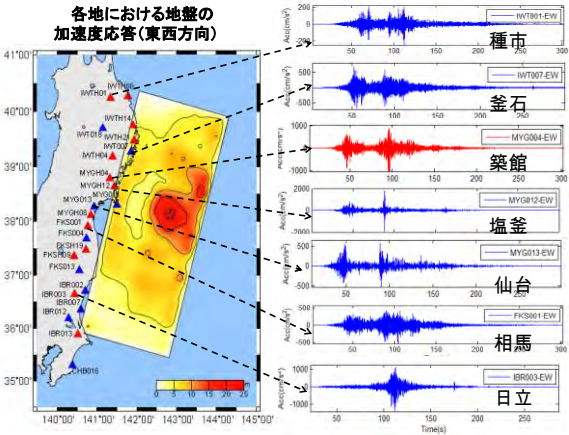
Northridge EQ, 1994.1.17



1989年以降、耐震補強を進めた。
済まないものは同じように被害を受けた。
済んだものはOK 大きな教訓。
我々は1989年ロマプリータ地震から何を学んだのか？



1995.1.17 阪神大震災
耐震補強に目覚めた
既存不適格に要注意



高速道路
耐震補強の効果

2週間後の3月25日には全面開通
いくらぐらいのメリット？

高速道路の被災状況と復旧状況

世界が驚愕した日本の高速道路 わずか9
日で応急復旧した常磐道のり原の崩落

仙台京浜道路 仙台港北IC～仙台京
ICの鋼梁ゴム支承の破断 常磐自動車道いわき側IC～いわ
き湯本ICの切土のり面の崩落



東神戸大橋

1995年兵庫県南部地震

エンドリンクの破損 脆弱な
壊れ方（想定外）

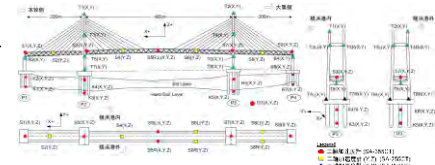




横浜ベイブリッジの地震応答モニタリング

(1) 豊富な観測点

85加速度計



(2) 豊富な件数

15年間の16地震



同定された3つの遊動円木振動モード

想定モード

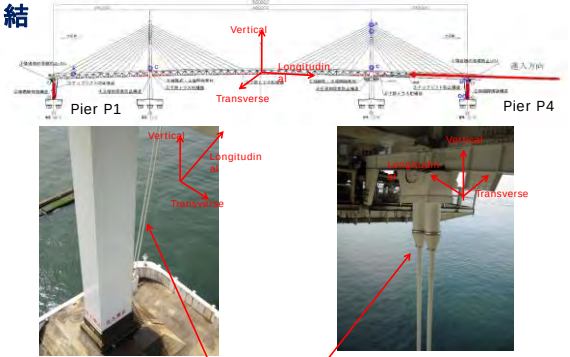
想定外モード



想定外モード

設計では想定
されていない
危険なモード
(揺れ方)

Fail-safeフェイル セーフ設計 PCテンドンで連結



PC Cable connecting Pier P1 & P4 and Girder to prevent girder uplift



桁、塔が
60cmも揺れた

自動車の転倒
付属物の問題



1995 兵庫県南部地震
3台のトラックが転倒



荒川湾岸橋(1975年)耐震補強工事中

構造部材を接続する部材が破断している
(耐震補強に入っていない 想定外)
地震計が作動していれば...



Hiroo Kanamori
California Institute of Technology

(This talk was presented at the Luncheon of the SLA-EASL Joint Symposium, April 7, 1994. It has been slightly edited for publication.)

Living in California means living with earthquakes. During the last decade alone we have experienced several damaging earthquakes, some of which have come as big surprises. We were surprised by earthquakes without surface break, surface break without much seismic radiation, and a south-dipping fault in an area of primarily north-dipping structures. Why were we taken by surprise? We were surprised primarily because the duration of our data base is so short compared with the time scale of earthquake recurrence.

**想定外に準備しよう
1995年**

金森博雄 (カリフォルニア
工科大学名誉教授 元東大地震研
教授 34歳で教授)

**Seismological Research Letters, 19**

測る, モニタリング=損傷検知

むしろ

実物構造物の挙動は
未知，未経験の部分も多い
個体差によるばらつきも大きい

測る＝知る
想定シナリオを増やす

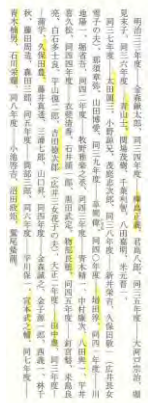


広井勇(いさみ)

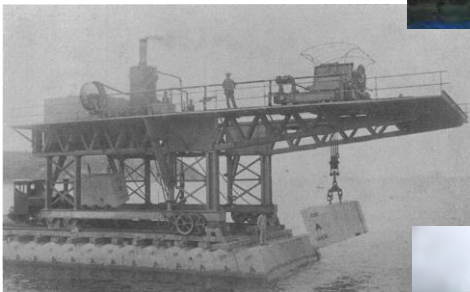
広井 勇(いさみ)

工部大学予科、札幌農学校
内村鑑三と同級 アメリカドイツ留学
を経て札幌農学校教授 古市に呼ばれて、
明治32年に東京帝大教授（橋梁学講座）
土木技術者を数多く輩出。 広井山脈
青山士、八田興一、吉田徳次郎、田中豊
なげか？

学者としても非常に優れていた。
 広井公式(波圧)
 英語での本 Statically Indeterminate
 Bridge Stresses 欧米で非常に高く評価



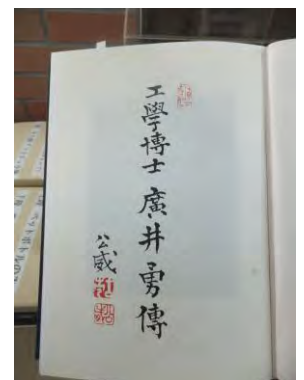
画期的な大型機械工事



巨大積畳機「タイタン」(コンクリートブロックを海底に埋設)



100年分のコンクリートの
テストピース
(6万個)
一種の長期モニタリング





青山士は古市公威にも感銘を受けたという



内村鑑三 (1861-1930) キリスト教思想家
東京英語学校を経て札幌農学校卒



青山士 1878-1963
一高時代に内村の講演を聞き、感銘を受けて門下生に
1903年東大土木を卒業後、広井勇の門下生
パナマ運河(今年100歳)の建設に参加
1912年 内務省 最後は内務技監
荒川放水路の建設を指揮
信濃川大河津分水路の改修 等々



岩淵水門 1924年

絵を描きたくなる
絵レガンス



用強美

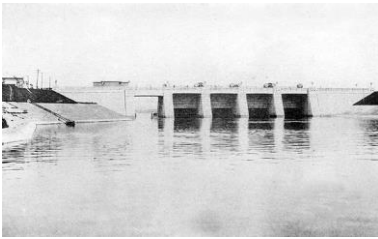
3つのE
Efficient
Economical
Elegant



岩淵水門 1924年
荒川と隅田川を仕切る水門



「晩年、静岡県磐田(いわた)市から青山が台風のたびに上京し、水門に異常が無いことを確認に来た」という (高橋 裕)
これも目視点検の一種



1980年代助教授時代



本四公団ほかからの委託研究



長大橋の全体挙動を知る
上で勉強になった。
(バブルの時代)
研究費もいただいた。
でも、これを続けていけば
世界の一流にはなれない！

レインボーブリッジ



東大工学部
総合試験所
1987年-1990年
3年間



研究室を構える
電気子、機械、原子力、計測
の所員と交流

振動制御 計測、制御



機械系、制御・計測系
の方々との交流
他分野との交流は勉強になる



生物

社会基盤

防御系 皮膚
骨格
物質循環系 血管
循環器

防御系基盤 自然災害に対処
安全・丈夫な建物
物質循環系 ライフライン
交通・エネルギー

神経系 神経
神経節
脳

神経系 センシング
&コントロール

知的社会基盤
1990年台



片山恒雄 技術と経済 1994年

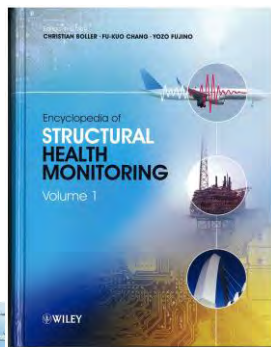


SHM百科事典 全5巻 2700ページ

2009年刊行

Boller
Chang
Fujino 編

17万円



「センシング情報社会基盤」 2015年3月刊行

6月8日(月) 土木学会講堂 13時から

・報告書の解説

・特別講演

曾我健一教授(ケンブリッジ大学)

B.F. Spencer 教授(イリノイ大学)

交流会 6時から



古いインフラの質には
いろいろあるが...

わが国の発展に貢献した、
先輩方の作品に敬意を払い、
それをいかに守るか、
アップグレードするか。

首都高速道路構造物の大規模更新のあり方 に関する 調査研究委員会 2012年3月から

- ・委員長 涌井 史郎 東京都市大学環境情報学部 教授
- ・委員

秋池 玲子 ポストコンサルティンググループ
パートナー&マネージング・ディレクター

石田 東生 筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授

勢山 直(独)日本高速道路保有・債務返済機構 理事長

藤野 陽三 東京大学大学院工学系研究科 教授

前川 宏一 東京大学大学院工学系研究科 教授

真下 英人(独)土木研究所道路技術研究グループ グループ長

三木 千壽 東京都市大学総合研究所教授

初回 平成24年3月 5,6,8,10,11月 笹子・選挙 25年1月提言

首都高速道路構造物の
大規模改築のあり方に関する調査研究委員会(第1回委員会資料)

平成17年2月23日

首都高速道路公団
(当時 橋本鋼太郎社長)

I . 委員会構成

- 委員長 中村英夫 武蔵工業大学学長
- 委員 芥川麻実子 (株)モグ・ネットワークス代表
- 池田尚治 横浜国立大学名誉教授
- 大石久和 国土技術研究センター理事長
- 今田徹 東京都立大学名誉教授
- 藤野陽三 東京大学教授
- 三木千壽 東京工業大学教授

何事も用意



- 道路会社の管理 ・付属物 ・古いものは怖い (設計, 構造形式, 施工, 管理)
- 我が国のインフラ史で歴史的な事故.



何事も, 事前の準備が肝要

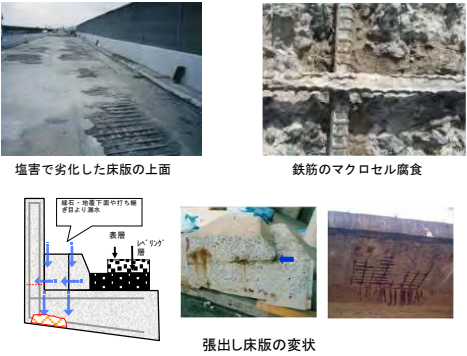


2011年10月から委員会をスタート

藤野 橋梁
宮川 コンクリート
大田 地盤
西村 トンネル

各社

凍結防止材散布による塩害



		項目	主な対策	延長※1	概算事業費※2
大規模更新	橋梁	床版	床版取替	約 230km	約16,500億円
		桁	桁の架替	約 10km	約 1,000億円
		小 計		約 240km	約17,600億円
	大規模修繕	橋梁	床版	高性能床版防水 など	約 360km
桁			桁補強 など	約 150km	約 2,600億円
土構造物		盛土・切土	グラウンドアンカー 水抜きボーリング など	約 1,230km	約 4,800億円
トンネル		本体・覆工	インバート など	約 130km	約 3,600億円
小 計		約 1,870km	約12,600億円		
合 計		約 2,110km	約30,200億円		

- ・ 環境・エネルギー
- ・ 健康・高齢化社会
- ・ インフラの安全、ICTの適用
センサー、ロボット、ビッグデータ
次世代インフラ

背景

○道路インフラの**近接目視点検**(5年に一度)の義務化

○全国70万もの橋梁、1万のトンネル、標識などの付属物もまたそれによればその費用(市場)は数千億円のオーダー　ネコスコ代で200-300億円(以前は80億円)

○**大規模更新・修繕のコストは高速道路だけで4兆円/15年**

○大規模更新は新設の数倍から(場合によっては)数十倍に達する。全国の道路、港湾空港、河川、農水・・・あわせれば**百兆円を超える**

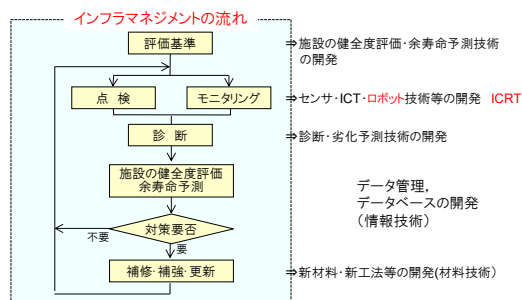
○科学的に、先端技術を使って、いかに点検費用、更新費用を減らすか？　決して見る利益を生むものではないが、大きな**社会的貢献**、



インフラの維持管理・更新・マネジメント技術
～安全で強靱なインフラシステムの構築を目指して～

30億円あまり 5年間

インフラ維持管理フローと要素技術開発



SIP'インフラ維持管理・更新・マネジメント技術、研究開発

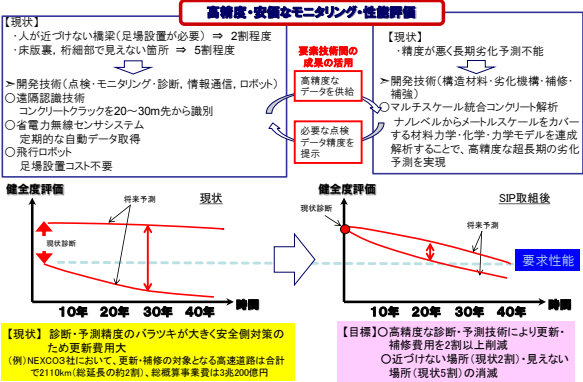
SIP'レジリエントな防災・減災機能の強化

- ロボット技術**
 - 自在走行型車、ドローンとクラウドフレーム、飛行ロボット、半空中無人化施工
 - NIMS: 構造物材料・劣化機構、補修・補強技術
 - 研究拠点を有する大学: 筑波大、東京工大、新井建設、岐阜県立工学部、旭化成電子コンクリート
 - 大学: 愛媛大、東工大、早稲田大、日本電業
- アセットマネジメント技術**
 - 道路・橋・トンネル・空港・海上の更新、コウキール橋早期劣化機構、異質水利用施設、港海構造物のアセットマネジメント
 - 大学: 東大、京大、東工大、金沢大
 - 最新機械: 豊研機構、港湾空母研
- 情報・通信技術**
 - 情報・機密スクリーニング技術、高速道路センシングデータ知照・管轄・解所処理、無線伝送最適化
 - 独立行政機関: 国土交通省、NTT
 - JRCテクノ、日立
- 点検・モニタリング・診断技術**
 - 土研、産総研、つばきフーズ
 - X線・中性子線・レーザーマッピング
AI画像・近接形状計測・振動・音響等
 - パシオン、有限会社、岡山大

SIP'自動走行(自動運転)システム'

研究開発項目		採択予定数	採択数
(1)点検・モニタリング・診断技術の研究開発	先進的な計測技術	3件程度	4
	インフラにとって従来にない新しい計測技術	3件程度	4
	実用化に向けた研究開発	3件程度	3
	現場検証（橋梁、のり面・斜面、河川堤防）	13件程度	14
	現場検証（海洋・沿岸構造物、空港施設）	5件程度	7
(2)構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発		4件程度	4
(3)情報・通信技術の研究開発		4件程度	5
(4)ロボット技術の研究開発	ロボティクス	3件程度	3
	維持管理ロボット・災害対応ロボットの開発	8件程度	7
	環境構造化	1件程度	2
	ロボット情報一元化システム	1件程度	1
(5)アセットマネジメント技術の研究開発	国内外展開を目指した統括的研究	1件程度	1
	寒冷地域特有のアセットマネジメント	1件程度	1
	特定基幹インフラを対象にしたアセットマネジメント	2件程度	2
			58

目指す成果の例（橋梁）



アメリカの次のステップ -長期橋梁性能プログラム(20年間) 2007年から-

- 点検・検査の定量化
 - 継続的モニタリング
 - センシングへの注目
 - 廃棄時の解剖的検査
 - 劣化・陳腐化を定量化
 - 予測の高精度化
 - ストックマネジメント効率化
 - 新技術開発の基盤の確立
 - 土木工学の国際競争力強化
- EUでも同じような
研究開発プログラムが



橋梁RC床版の損傷、劣化（アメリカ）

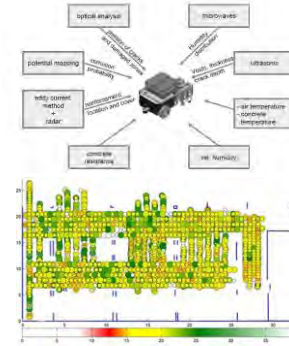


Non Destructive Evaluation (NDE) Methods





BETOSCAN-system (BAM and Fraunhofer Institute in Germany)



Idea: Simultaneous measurement of all key parameters over the whole surface of concrete decks by robot to detect possible void, delamination, corrosion, etc.

Ultrasonic thickness measuring of a concrete plate

床版や舗装の簡易・高速での状態評価技術の必要性



長さ15m以上の道路橋の総数: 約16万橋



舗装を剥がした路面(床版)

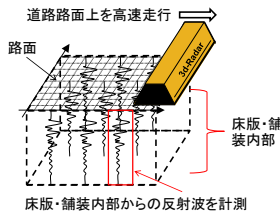
人力での打音試験により異常箇所を特定

車線規制+打音試験 → 膨大な時間とコスト

車載型地中探査レーダーの床版・舗装内部探査への応用

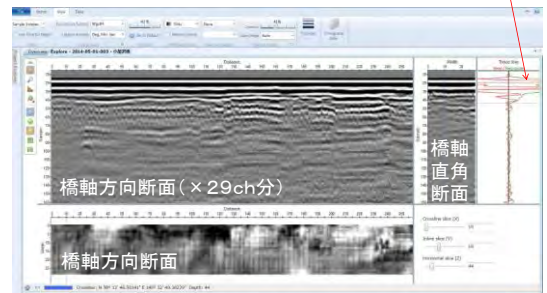


時速80kmの高速で地中からの反射波の非接触計測が可能。



既存の損傷検知手法

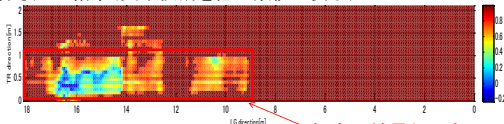
解析ソフト(商用ソフト)の画面



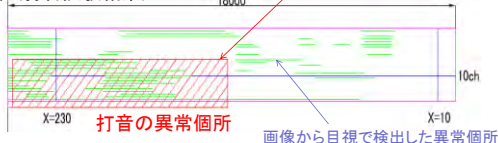
多くのチャンネルのエコー画像データの目視による定性的な判断
→ 長時間, 労力大(1計測につき数週間~1ヶ月)

信号処理により床版上部から3cm部分の異常箇所を特定した結果

○信号処理結果(異常箇所を低い数値で表示)



○真値(打音試験結果)



打音の結果と一致

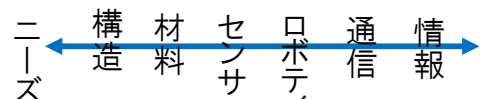
打音の異常箇所

画像から目視で検出した異常箇所

信号処理により高速(本データの場合, 数十秒程度)・自動的に床版の損傷を検知できる可能性

研究開発内容

・インフラ



言葉の違う村々

通信の育成が必要
人材育成が重要

使いたくなるシステムをつくる
それが“イノベーション”

都市基盤の災害事故リスク の監視とマネジメント 2006年ー2012年



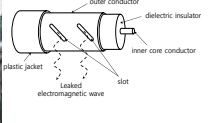
代表 藤野 陽三

(東京大学 大学院工学系研究科 社会基盤学専攻)

土木+計測+情報+電気子 [学+民]



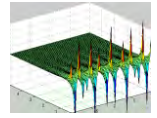
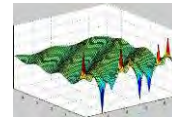
漏洩同軸ケーブル(LCX)による豪雨モニタリング



集中豪雨

漏洩同軸ケーブル(LCX)

降雨を検出する
のに適した電波
の状態を研究



放射モード

表面波モード

エネルギー放射状態

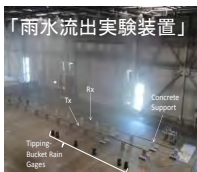
エネルギー集中状態

◆人工降雨実験

◆実降雨実験



京大防災研
究所 宇治川
オープンラボ
ラトリー



電磁波理論解析,
信号処理
実験

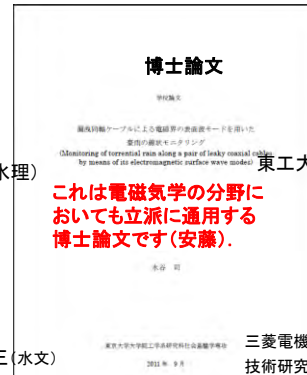
他分野との共同・産学連携による研究の実現



京大防災研
中川一先生(水理)



東大生産研
沖大幹先生(水文)



東工大電気電子工学専攻
安藤真先生



三菱電機先端総合
技術研究所 猪又賢治さん

これは電磁気学の分野に
おいても立派に通用する
博士論文です(安藤).

電子情報通信学会論文集

電子情報通信学会論文誌 B Vol. JXXX-B No. X pp. XXX-XXX © (社) 電子情報通信学会 XXXX

漏えい同軸ケーブルの表面波モードの電界変動による高精度降雨
強度の推定に関する実験的研究

水谷 司^{1a)} 猪又 憲治^{2b)} 辻田 悠^{1a)} 藤野 陽三^{1a)} 長山 智樹^{1a)}

Experimental Studies on Accurate Estimation of Rainfall Intensity from Electric Field
Fluctuation of Surface Wave Mode around Leaky Coaxial Cable

Tsukasa MIZUTANI^{1a)}, Kenji INOMATA^{2b)}, Yutaro TSUJITA^{1a)}, Yoza FUJINO^{2b)} and Tomonori
NAGAYAMA^{1a)}

水文・水資源学会奨励賞

次世代に向けての人材の育成

ある雨雲は、本論文では、雨雲の雨脚や雨雲通過などの観測データに基づいて日本国内で広く設置されている VHF
の移動体通信用スロットアンテナの一種である漏えい同軸ケーブル (LCX) を利用して降雨の強度と位
置をモニタリングする方法を提案し、その有効性を人工降雨実験により実証的に示した。LCX の電界の状態に
は大きく分けて放射モードと表面波モードとがあり、放射モードは LCX から周囲に向けて放射電
磁波が伝播する。表面波モードは LCX の表面に沿って伝播する。本研究では表面波モードを動作させた LCX 表面に用
意した電界変動を測定することによって降雨の強度を推定することを見出し、それによる電界変動を観測すること
によって降雨をモニタリングする方法を考えた。外部からの電波が遮蔽される理想的な屋内人工降雨実験装置を
使ってさまざまな降雨強度で実験を行い、LCX の電界変動量と降雨強度との関係を分析した。その結果、2 つ
のモードには相関係数 0.9 以上の高い正の相関関係があり、LCX の VHF の電界変動から高い精度で降雨強度を推
定できることを示した。

キーワード 漏えい同軸ケーブル (LCX)、降雨強度推定、表面波モードの電界変動、VHF、人工降雨実験



見にくいところを
見てくれる

見えないものを
見えるように

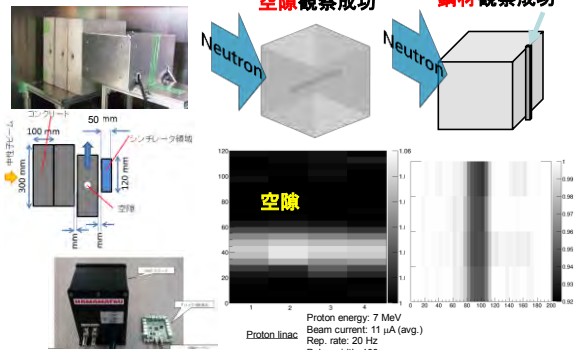


高速中性子による 橋梁等非破壊観察

理化学研究所
光量子工学研究領域
光量子技術基盤開発グループ
中性子ビーム技術開発チーム
大竹淑恵
須長秀行、高村正人、

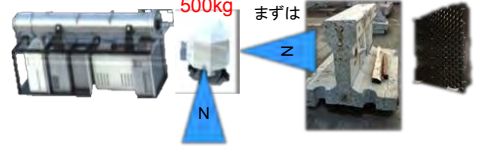
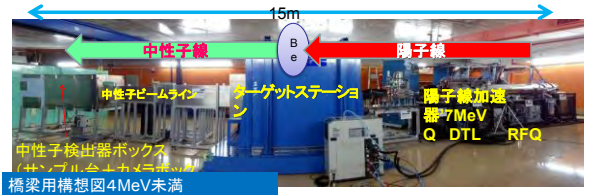


高速中性子(>1MeV) 30cm コンクリート可視化 H27年度

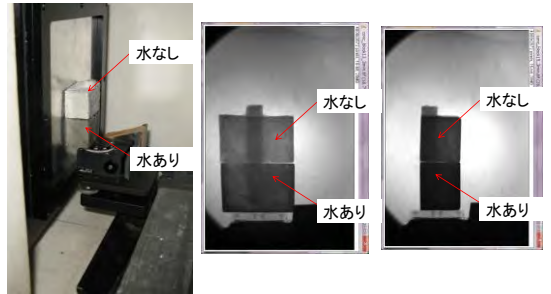


RANS=RIKEN Accelerator-driven compact Neutron Source

2013-2014年バージョン



水の有無+鉄筋有無に対する中性子線の有効性 水の影響に対する鉄筋の有無

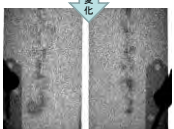


異種鋼材塗膜下腐食・水の出入りの可視化に成功

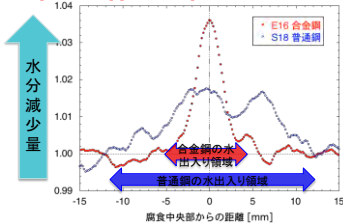
腐食:3.9兆円/塗装2.3兆
寿命2倍→1兆円強減可能

1997年 神戸製鋼所 中山理事主席研究員提案実験
(日本鉄鋼協会研究会、JFEスチール、
大同特殊鋼、新日鉄住金)

RANS 中性子イメージング
普通鋼 合金鋼



画像データを解析し、場所による中性子の透過率から[含水鋼板]・[30日乾燥]



合金鋼は水の出入りが拡散しにくい

高速中性子線を屋外で利用して安全か？ →安全である

RANS(屋外用) 陽子線線形加速器 3.9MeV利用の場合
ターゲットステーション中心から3m離れた場所、0.6 μ Sv/hの放射線量
移動速度=3km/hを想定。

長さ1km、片側2車線:1時間照射と仮定→0.6 μ Sv=法令の
1.3mSvの約2000分の1 安全である

法律:放射線障害防止法および関連規定:4メガ電子ボルト未満の直接加速器は
利用可能

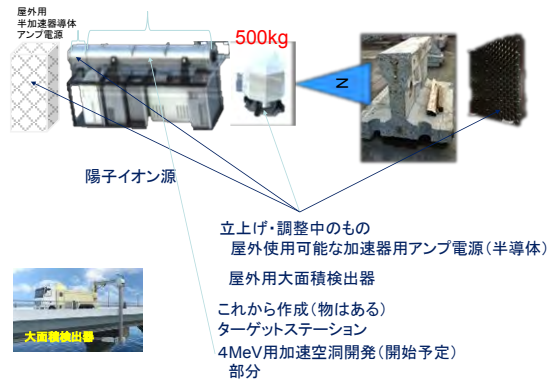
放射線障害防止法第10条 および 関連規定(平成17年7月改定) Japanese regulation
4MeV<linac

- 橋梁等の非破壊検査に用いる直線加速器で4メガ電子ボルト以上のエネルギーを有する放射線が発生しないものは、放射線発生装置の使用の場所の変更を都度許可を得る必要がなく届出で足りることとする。(ただし、設備については、事前に原子力規制委員会原子力規制庁の届け出許可が必要。)
- 実行線量:(3か月で1.3mSv)
- 労働安全衛生法による管理区域
- 人事院規則による管理区域

中性子線により放射化など無いかな？ →無い

- ・法令により4MeV未満の陽子線加速器を利用
- ・高感度検出器により微弱シグナルで非破壊観察
- ・→中性子発生個数が7MeV(現状のRANS)の約30分の1.
- ・橋梁等への照射時間は動きながら行う。1点照射は長くても1分未満
- ・→放射化できない(中性子の強度が足りない)

橋梁用構想図4MeV未満



生存時間解析による橋梁点検データの活用 ～全国への展開～

研究の背景

- 橋梁の近接目視点検の義務化(5年毎)全橋梁の劣化状況の把握
- ・多額の点検費用
- ・膨大なデータの蓄積

データ分析による
維持管理方法、点検方法の効率化が必要

点検データの分析の現状と課題

従来の方法

重回帰分析、マルコフ連鎖モデルなど

全体の予測・分析は得意

全体推移は予測できる

予測の予測、平準化はできる

個別の問題に弱い

どれを優先すれば良いのか

どの対策がどれくらい良いのか

・・・分からない

生存時間解析で解決する

コンクリート主桁の剥離・鉄筋露出(塩害地域ホステンPCT析) 玉越ら(2014年)

50年間のLCCシミュレーション結果(青森県、橋梁長寿命化修繕計画) 青森県(2008年)

生存時間解析による橋梁点検データの活用 ～全国への展開～

実施内容

橋梁点検データの活用

ビッグデータ 処理技術

構造工学・技術者の知識

複雑な現象に対応できない

経験値を数字で表すのは難しい

ハイブリッドな分析

生存時間解析

医療統計の手法を土木へ応用

データ分析手法

①カプラン・マイヤー法 → 単変量解析

適用例: 患者の生存曲線推定と比較

②Cox回帰分析 → 多変量解析

適用例: 生活習慣と死亡リスクの関連を定量化

解析の特徴(東北地方の橋梁分析結果)

①カプラン・マイヤー法

劣化要因別に平均寿命が短くなるかわかる

任意に設定したリスクが定量化できる

②COX回帰分析

近年建設された橋梁の推定リスク上位

橋梁名 建設年 橋梁所在地

1 NNK橋 2010 岩手県二戸市

2 SNI橋 2007 岩手県二戸市

3 TKN橋 1996 青森県青森市

4 MDI橋(下) 2007 福島県いわき市

アウトプット 効果 全565橋中

リスク評価 → 優先順位の明確化対策効果の評価 → 維持管理

生存時間解析による橋梁点検データの活用 ～全国への展開～

分析対象

H26年度実証

国土交通省 東北地方整備局

・過酷環境(積雪寒冷地)

・交通量:少

追加予算で実施

首都圏高速道路

・マイルドな気候

・交通量:多

課題 追加予算で実施

・膨大な点検データのフォーマットの統一化

・損傷の高精度位置情報の再取得

■交通荷重のモニタリング→DBへ(床版への衝撃など)

・生存時間解析の検証

■ハイレスク橋梁で載荷試験と非破壊試験、材料試験を実施

マルチスケール解析で余寿命評価

元々の研究計画との関係

余寿命予測

ハード技術 点検データを使った研究項目の相互関係

マルチスケール解析

劣化橋梁の詳細な損傷経時変化データによる比較検証

スケールアップ

生存時間解析

橋梁群の点検判定区分による予算平準化・資産価値の最適化

パラメータ情報

マルコフ連鎖モデル

マネジメント

アセット

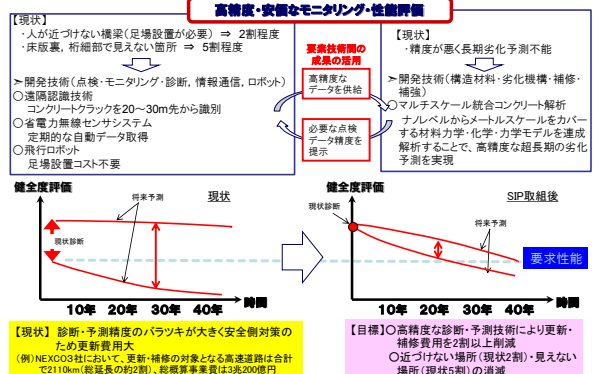
・元々の計画にはない内容

・個別橋梁の詳細な分析と従来の統計分析を結び立ち位置

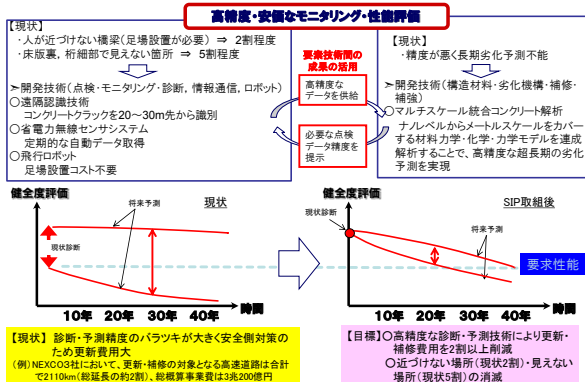
実施効果

ほぼ全国をカバー 国全体の維持管理コストを長期的に削減 国際競争力の増強

目指す成果の例(橋梁)



目指す成果の例(橋梁)



1. 床版サブプロ

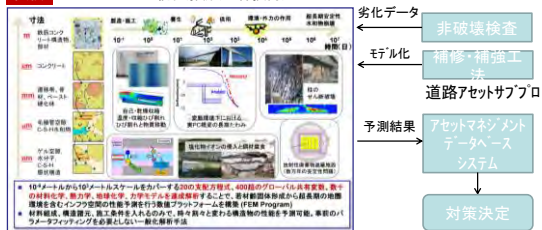
橋梁床版の余寿命予測・高耐久・長寿命化技術

橋梁床版の劣化が維持更新経費の大半を占める → 床版の余寿命予測・高耐久・長寿命化技術の開発により、低コスト化と安全性の確保を両立

開発する余寿命予測システム

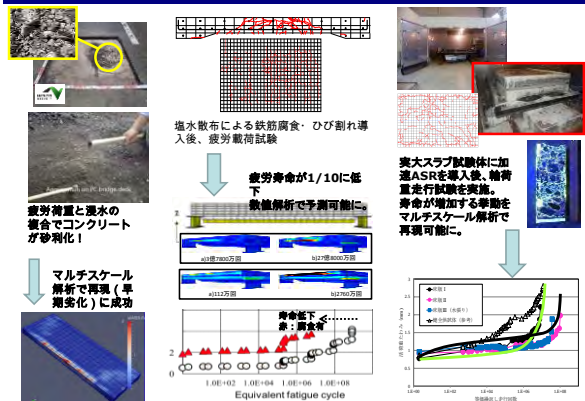
東大 前川教授

実績 マルチスケール統合解析(基幹技術)

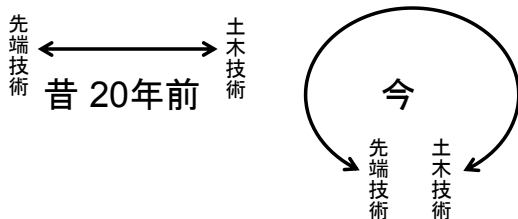


新規性 マルチスケール統合解析と非破壊検査を連結することで、高精度な予測が可能に。

複合劣化(疲労+腐食、ASR、浸水)への対応



土木技術と先端技術



土木こそ、先端技術が必要！
先端技術を使いこなす

西田 厚聡(にしだ あつとし)氏 元東芝会長



Frugal に

つましい、儉約な

終わりに

- ・ SIPインフラは私にとってこれまでの研究の中で最大(最後?)の土木と先端の橋渡し, bridging. 国費を使ったプロジェクト. 成功させたい.
- ・ そのためには, 各メンバーとの協力が欠かせない. 皆様のご協力も欠かせない

よろしくお願いいたします.

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)
「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」
第1回インフラ研究会のお知らせ



- 日時: 2015年8月31日(月)午後3時より
- 場所: 科学技術振興機構(JST)東京本部別館(K's五番町)1F
- プログラム(案):
- 15:00-15:10開会挨拶(藤野陽三PD)
- 15:10-16:00「メンテナンス工学とSIPインフラプロジェクトへの期待」
- 科学技術振興機構特別顧問 **吉川弘之先生** (元東大総長)
- 16:00-16:50「インフラのメンテナンスとマネジメント」
- 京都大学経営管理大学院/大学院工学研究科教授 **小林潔司先生**
- 17:10-17:50フロアーならびにサブPDメンバーからの質問、討議
- (司会: 藤野陽三PD)

ご清聴をありがとうございました.

PDFファイルを希望の方は

fujino@ynu.ac.jp

まで