

## 道路の長期保全及び更新のあり方

2014年6月16日

北海道土木技術会 鋼道路橋研究委員会  
(NPO法人)道路の安全性向上協議会

藤野 陽三, 理事長  
(横浜国立大学 安心安全の科学研究教育センター)  
[fujino@ynu.ac.jp](mailto:fujino@ynu.ac.jp)



最終講義 3月1日 東大工学部 武田先端知ビル  
4月からは工学系研究科総合研究機構  
寄付講座(次世代風力エネルギー)特任教授

### 自分のフィールド

**橋** 中でも長大橋の計画・設計・構造,  
風, 地震, 人や車による振動, モニタリング  
保全, 防災…インフラマネジメント. . . . .



## 橋のトータルデザイン

一橋の周りで30年—

2012年10月3日  
北海道土木技術会 鋼道路橋研究委員会

東京大学 工学系研究科  
社会基盤学専攻  
藤野陽三

2

## 金森博雄先生



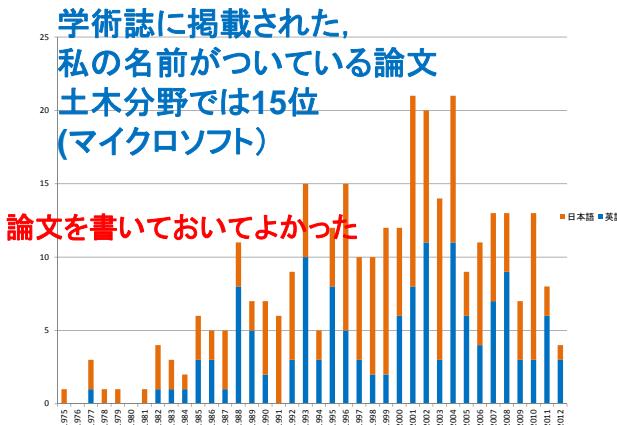
34歳で地震研究所教授 竹内 均  
私が修士1年のときに 旺文社「傾向と対策:物理」  
36歳の金森先生は  
カリфорニア工大教授にスカウト。  
40年以上に亘って、世界の「地震学, 地球物理学」  
をリード



**世界のカナモリ** いまでも論文を年数編

私も留学





学術誌に掲載された、  
私の名前がついている論文  
土木分野では15位  
(マイクロソフト)

## 論文を書いておいてよかったです



**ミレニアムブリッジ**  
ロンドン テームズ河  
2000年 6月オープン  
3日後に閉鎖  
意匠 N. Foster 構造 Ove Arup

想定外の  
振動



TCR 00:10:46:92



1989年12月31日 集団同期(シンクロ)  
これを知つていれば想定内



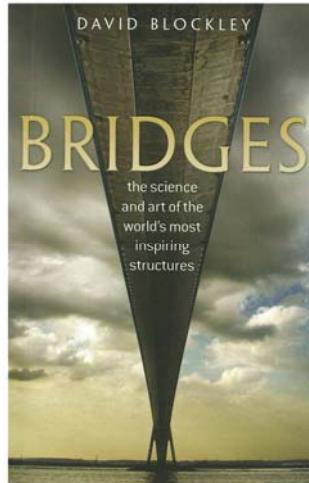
2014年5月刊行

同期する世界  
非線形科学

歳本由紀（くわいもとよき）  
一九四〇年生まれ。京都大学理学部卒業後、同大学院理学研究科修士号取得。一九四五年より同大基礎物理学研究所助教、理学部教員、大学院理学研究科教授を歴任し、一九〇〇四年に定年退官後は京都大学名誉教授。一九三九年より国際高等研究所副所長。同期現象などをめぐる非線形科学の先駆的的研究により二〇〇五年度朝日賞受賞。著書に『非線形科学』『集成社新書』など。

10

「うそだよ。」  
「お前がお前で、おまかせでやるから仕事は仕事だしさうすがレニアム・フリッシュなんかのやうがあつたのぢやないか。」  
「強力が使ひ切れて、腰を痛めたり。それが強引でも強烈でも、反応する。」  
「東日本大震災で震えながら震度6弱の震度6弱といひながら、震度6弱といひながら、それの大きさを感ずるがために、もう、もうと叫んで震えます。」タコマの崩落、ソノアの崩落、ソノアの崩落の本質は弱いのは弱いのに、強くなるのです。そこでも、強引に感ずるより大きな力がなぜ生じるのかといふことは、なぜが問題なのです。  
「では、強引な人の歩行がひとりでに解けでなく、ジジイの力をもぎ取らざるを得ないカニギヤの力も、何があるかが問題なのです。」ソノアの集合体が一つの大きな大人として生むるといふことは、少なくとも、技術者たちが、技術者たちが広く行なっていたとは思えません。そこで、「しかし」と、その説教がおまかせでやる技術者たちに広く行なっていたとは思えません。そこには、あなたがおられたのかしらねえだ。



Oxford 大学出版,2012



**David Blockley** is an Emeritus Professor and Senior Research Fellow at the University of Bristol. He has been Head of the Department of Civil Engineering and Dean of the Faculty of Engineering at the University of Bristol. He is a Fellow of the Royal Academy of Engineering, of the Institution of Civil Engineers, of the Institution of Structural Engineers, and the Royal Society of Arts. He has written four other books including *The Penguin Dictionary of Civil Engineering* (2005).

#### BRIDGES ARE BATS

The intense media publicity brought to light some previous eyewitness accounts of this kind of wobble. Examples in the 1970s included UK bridges at the National Exhibition Centre and in Chester and also the Auckland Harbour Road Bridge, New Zealand, during a Maori demonstration. One month after the Millennium Bridge opened a 100-year-old road bridge in Ottawa wobbled as a huge crowd left the bridge. The Golden Gate Bridge on the day of its opening and the Brooklyn Bridge during a power outage have both also suffered. A colleague at the University of Bristol, John Macdonald, has recently measured similar movements on Brunel's Clifton Suspension Bridge in Bristol.

The only documented technical study before the millennium celebrations was in 1993 by a Japanese team lead by Yozo Fujino of the University of Tokyo. In a technical research paper they wrote, 'It seems that human-induced lateral vibration has not been checked in designing pedestrian bridges.'<sup>3</sup> They reported experiments on a cable-stayed pedestrian bridge next to a boat race stadium. After a race as many as 20,000 people passed over the bridge in 20 minutes. The Japanese team produced evidence demonstrating synchronized walking and lateral vibration of the bridge. Unfortunately the paper was published in a research journal about earthquake engineering rather than one directly concerned with bridges—an illustration of the difficulty of sharing this kind of information.

The solution to stop the wobble of the London Millennium Bridge was to install shock absorbers, rather like in a car. Using the results of their quantitative research the engineers designed a system of 37 shock absorbers called 'viscous dampers' and 54 weights attached to the bridge by springs to dampen the vertical motion. The research and design process took over four months.

13

#### 国際誌 地震工学と構造振動

EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMICS, VOL. 22, 741-758 (1993)

#### ~~SYNCHRONIZATION OF HUMAN WALKING OBSERVED DURING LATERAL VIBRATION OF A CONGESTED PEDESTRIAN BRIDGE~~

Yozo FUJINO\*

Department of Civil Engineering, The University of Tokyo, Tokyo 113, Japan

BENITO M. PACHECO<sup>†</sup>

Annen and Whitney Consulting Engineers, New York, NY 10014-3309, U.S.A.

SHUN-ICHI NAKAMURA<sup>‡</sup>

Bridge Engineering and Construction Division, Nippon Steel Corporation, Tokyo 100, Japan

PENNING-WARNTOOTH<sup>§</sup>

資料として成果、記録を残すことの大しさ。学でも現場でも同じ

#### SUMMARY

Observation of large-amplitude lateral vibration of an actual pedestrian bridge in an extremely congested condition is reported. Walking motions of pedestrians recorded by a video camera are analysed. It is found that walking among 20,000 or more of the pedestrians on the bridge was synchronized to the girder lateral vibration. With this synchronization, the total lateral force from the pedestrians to the girder is evidently increased and it acts as a resonant force on the girder lateral vibration.

#### 構造物のライフサイクル 計画

#### 設計

#### 施工 製作

何と言っても初期品質が良いことが大事  
エンジニアの思いが詰まった作品

#### 維持管理 上の3要素のツケが回らないように

日頃の維持管理からの知見を新設構造物に  
生かすことが大切

#### Infrastructure インフラ

such as buildings , towers  
and bridges 塔, 橋, ビル 他

#### should satisfy three "E's

満たすべき 3つのE 用強美

Efficient  
Economical  
Elegant



Eleganceエレガンス;  
Structures that  
we would like to paint.  
絵を描きたくなるような



Both are by very well known  
painter, Ikuo HIRAYAMA  
左の二つは平山郁夫画伯のもの



岩淵水門 1924年

18



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、感銘を受けた  
門下生に  
1903年東大土木を卒業後、  
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

19

## 青山士は古市公威に感銘を受けたという

公益社団法人土木学会は2014年11月に100周年を迎えます

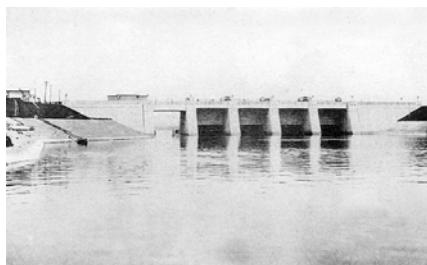
**創立:1914年11月24日(大正3年)**



### 古市公威初代土木学会会長の就任演説

土木技術者は  
「指揮者を指揮する人」、「特に将たる人」  
たらねばならぬことを力強く述べ、  
土木学会会員に  
「研究の範囲を縦横に拡張せられんこと」を、  
そしてそれと同時に  
「その中心に土木あることを忘れられざらんこと」を

**帝国工科大学  
初代学長  
貴族院議員**



「晩年、静岡県磐田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)

21

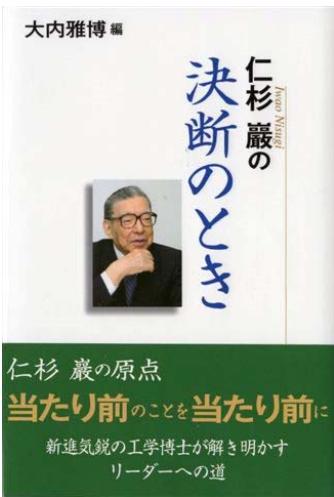
## 岩淵水門 1924年 荒川と隅田川を仕切る 水門



## 仁杉巖 1915— 今でも現役



## 信楽高原鉄道・第一大戸川橋梁 1954年



## 廣井 勇 (いさみ)

工部大学予科、札幌農学校 東大教授  
内村鑑三、新渡戸稻造と同級



## 小樽港 北防波堤 1909年完成

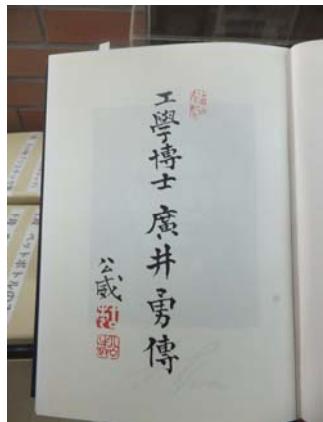


大島先生 加藤さん

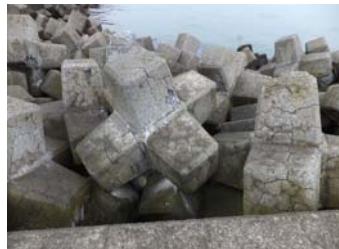
23



100年分のコンクリート  
のテストピース  
(6万個)

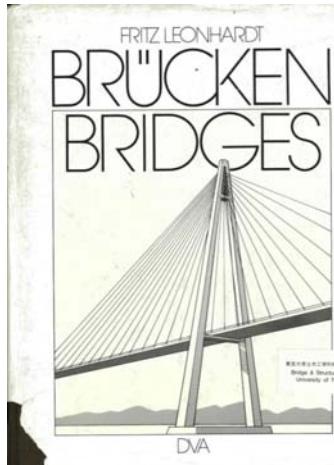


25



廣井先生の銅像

26



巨匠



27



レオンハルトの設計  
2重合成桁  
高速鉄道橋



見事な空間



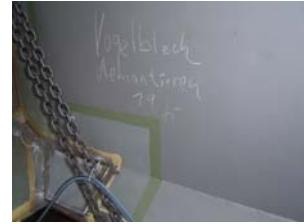
繊細な配慮  
水処理

感銘！





31



32

## 構造物のライフサイクル 計画

### 設計

### 施工 製作

何と言っても初期品質が良いことが大事  
エンジニアの思いが詰まった作品

### 維持管理 上の3要素のツケが回らないように

日頃の維持管理からの知見を新設構造物に  
生かすことが大切

青山士は古市公威に感銘を受けたという

公益社団法人土木学会は2014年11月に100周年を迎えます  
創立:1914年11月24日(大正3年)



古市公威初代土木学会会長の就任演説

土木技術者は  
「指揮者を指揮する人」、「特に将たる人」  
たらねばならぬことを力強く述べ、  
土木学会会員に  
「研究の範囲を縦横に拡張せられんこと」を、  
そしてそれと同時に  
「その中に土木あることを忘れられざらんこと」を

帝国工科大学初代学長  
貴族院議員

## 「百周年記念事業」基本方針

土木の歩みを振り返り、反省すべきことは反省し、主張すべきことは主張し、今後何をすべきかを考え、具体的な活動を起こし、土木学会活動を発展的成長へと転換する機会

三本柱



「社会貢献」 「国際貢献」 「市民交流」

「社会安全」 尊い命を守る、幸せな生活が送れる、豊かな  
社会の実現に向けた活動を最も重点的に展開する

また、支部活動のさらなる活性化および海外  
支部とのネットワーク強化に力を入れ、土木  
学会の活動を日本全国、世界へと発展させる、  
市民に開かれた土木を目指していく



土木コレクション  
HANDS + EYES 2014 全国巡回展

⑯ 福岡県福岡市  
期間 平成26年6月4日(水)~8日(日)  
会場: 福岡天神・大丸バーゼル広場  
(福岡県福岡市中央区天神1丁目4-1)  
7日/どばくおフェ



2009/9/2(水)~4(金) 来場者 約6000人  
土木コレクション in 九州 西部支部全国大会  
(福岡天神・大丸バーゼル広場) の様子



35



## 2(1) 100周年イベントスケジュール(4~8月)

	4月	5月	6月	7月	8月
記念切手発行	実行委員会 (第4回)			土木の日記念行事シ ンポジウム(調整中)	
将来ビジョン	学会内委員会等 意見集約	パブリックコメント	将来ビジョン最終案 を理事会付議		日本郵便プレス
コンテスト	未来のT&I (IP部門)締切	市民普請大賞 締切	未来のT&I (T部門)締切	選考期間	
社会安全(A)	● 安全な国土への再設計 ○ 工事運営KPI ○ 安全問題DOP審とPJ		江戸川区● (公開講座)	盛岡●(報告会) 郡山●(報告会)	場所未定◎ (フォーラム)
社会貢献(B)	仙台(若手サロン)	松江(若手サロン) 徳島(若手サロン)		広島(若手サロン)	
市民交流(C)	群馬(◆)	東京(☆) 松江(◆、口、△) 松山(◆、口、△)	仙台(◆、☆) 千葉(◆) 銀座(◆) 名古屋(◆、口、☆) 広島(◆、口、☆)	札幌(◆、☆) 福岡(◆、☆)	仙台(◆)
国際貢献(D)					日韓台セミナー

土木学会創立100周年記念実行委員会  
第4回実行委員会(2014.4.21)



## 2(1) 100周年イベントスケジュール(9~11月)

	9月	10月	11月
記念切手発行	販売開始目標 (9/1~)	実行委員会 (第5回)	土木の日 100周年ウィーク 創立記念日
将来ビジョン	全国大会討論会 (9/11) 将来ビジョンを 理事会承認予定		記念国際 シンポジウム (19~20日)
コンテスト	選考期間	最終選考会 (10/11)	記念式典 (13~17日) 得来ビジョン 公表 ・100周年 宣言 ・コンテスト 表彰式 ・特別講演 (山崎正氏)
社会安全(A)	文京区●(公開講座) 東京◇(フォーラム)	函館●(報告会) 高知●(講演会) 関西支部予定●	国際フォーラム (シンドウ) 開催予定
社会貢献(B)	仙台支部予定		国際学会議 (J-IM) 新宿西口◆ (11/19~22)
市民交流(C)	東京(◆) 大阪(シンドウ) 大阪(◆、☆) ☆ どんぐりフェス	神戸(□) 大阪(◆、☆) 四國(☆)	特別展示 記念祝賀会 (18時~) 開催(☆)
国際貢献(D)	国際若手技術者 WS(9/11~12)		維持管理に関する国 際会議(11/20) テクニカルツア (海外対応)

土木学会創立100周年記念実行委員会  
第5回実行委員会(2014.10.21)

### 土木学会創立100周年 記念式典

日 時：2014年11月21日(金) 14:00～17:00

場 所：東京国際フォーラム ホールC

定 員：1,000名(先着順)

- ・100周年宣言 土木学会会長
- ・特別講演 山崎正氏(劇作家、大学名誉教授)
- ・表彰式 未来のT&Iコンテスト、市民普請大賞
- ・演奏 アンサンブル・シヴィル

※5月1日より、100周年記念サイトにて事前登録の受け付け開始します。



### 土木学会創立100周年 記念祝賀会

日 時：2014年11月21日(金) 18:00～20:00

場 所：帝国ホテル 孔雀の間

定 員：1,000名(先着順)

- 会費：一般10,000円(10月末以前12,000円)  
学生5,000円(10月末以前6,000円)
- ・立食パーティ形式
- ・演奏 アンサンブル・シヴィル、アンサングル・エスクダ、シヴィル・クワイア

※5月1日より、100周年記念サイトにて事前登録の受け付け開始します。



## 記念切手 9月1日 発売

人々の生活を  
支える土木  
を

どうやって  
小さな切手  
に

### 1000万枚発売

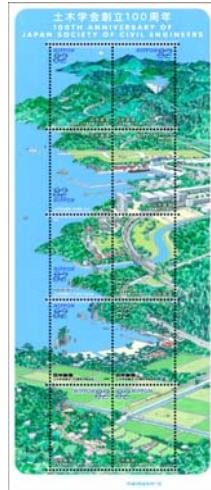
原画作者： 松崎 留(会員)  
(大日本コンサルタント)

・切手デザイナー：玉木 明

(日本郵便(株))

・助言・監修： 福井 恒明(会員)  
(法政大学教授)

6月3日  
プレスリリース



### 1983年 学会誌 精密機械



吉川弘之  
東大総長  
日本学術会議会長

### 片山恒雄 技術と経済 1994年



著者紹介  
片山恒雄  
1932年 東京大学工学部  
1954年 東京大学修士課程  
1955年 大学ワリタツ  
1957年 東京大学助教  
1960年 工業高等専門学校  
1962年 東京工業大学助教  
1963年 東京工業大学助教  
1965年 東京工業大学助教  
1966年 東京工業大学助教  
1967年 東京工業大学助教  
1968年 東京工業大学助教  
1969年 東京工業大学助教  
1970年 東京工業大学助教  
1971年 東京工業大学助教  
1972年 東京工業大学助教  
1973年 東京工業大学助教  
1974年 東京工業大学助教  
1975年 東京工業大学助教  
1976年 東京工業大学助教  
1977年 東京工業大学助教  
1978年 東京工業大学助教  
1979年 東京工業大学助教  
1980年 東京工業大学助教  
1981年 東京工業大学助教  
1982年 東京工業大学助教  
1983年 東京工業大学助教  
1984年 東京工業大学助教  
1985年 東京工業大学助教  
1986年 東京工業大学助教  
1987年 東京工業大学助教  
1988年 東京工業大学助教  
1989年 東京工業大学助教  
1990年 東京工業大学助教  
1991年 東京工業大学助教  
1992年 東京工業大学助教  
1993年 東京工業大学助教  
1994年 東京工業大学助教  
1995年 東京工業大学助教  
1996年 東京工業大学助教  
1997年 東京工業大学助教  
1998年 東京工業大学助教  
1999年 東京工業大学助教  
2000年 東京工業大学助教  
2001年 東京工業大学助教  
2002年 東京工業大学助教  
2003年 東京工業大学助教  
2004年 東京工業大学助教  
2005年 東京工業大学助教  
2006年 東京工業大学助教  
2007年 東京工業大学助教  
2008年 東京工業大学助教  
2009年 東京工業大学助教  
2010年 東京工業大学助教  
2011年 東京工業大学助教  
2012年 東京工業大学助教  
2013年 東京工業大学助教  
2014年 東京工業大学助教  
2015年 東京工業大学助教  
2016年 東京工業大学助教  
2017年 東京工業大学助教  
2018年 東京工業大学助教  
2019年 東京工業大学助教  
2020年 東京工業大学助教  
2021年 東京工業大学助教  
2022年 東京工業大学助教  
2023年 東京工業大学助教  
2024年 東京工業大学助教  
2025年 東京工業大学助教  
2026年 東京工業大学助教  
2027年 東京工業大学助教  
2028年 東京工業大学助教  
2029年 東京工業大学助教  
2030年 東京工業大学助教  
2031年 東京工業大学助教  
2032年 東京工業大学助教  
2033年 東京工業大学助教  
2034年 東京工業大学助教  
2035年 東京工業大学助教  
2036年 東京工業大学助教  
2037年 東京工業大学助教  
2038年 東京工業大学助教  
2039年 東京工業大学助教  
2040年 東京工業大学助教  
2041年 東京工業大学助教  
2042年 東京工業大学助教  
2043年 東京工業大学助教  
2044年 東京工業大学助教  
2045年 東京工業大学助教  
2046年 東京工業大学助教  
2047年 東京工業大学助教  
2048年 東京工業大学助教  
2049年 東京工業大学助教  
2050年 東京工業大学助教  
2051年 東京工業大学助教  
2052年 東京工業大学助教  
2053年 東京工業大学助教  
2054年 東京工業大学助教  
2055年 東京工業大学助教  
2056年 東京工業大学助教  
2057年 東京工業大学助教  
2058年 東京工業大学助教  
2059年 東京工業大学助教  
2060年 東京工業大学助教  
2061年 東京工業大学助教  
2062年 東京工業大学助教  
2063年 東京工業大学助教  
2064年 東京工業大学助教  
2065年 東京工業大学助教  
2066年 東京工業大学助教  
2067年 東京工業大学助教  
2068年 東京工業大学助教  
2069年 東京工業大学助教  
2070年 東京工業大学助教  
2071年 東京工業大学助教  
2072年 東京工業大学助教  
2073年 東京工業大学助教  
2074年 東京工業大学助教  
2075年 東京工業大学助教  
2076年 東京工業大学助教  
2077年 東京工業大学助教  
2078年 東京工業大学助教  
2079年 東京工業大学助教  
2080年 東京工業大学助教  
2081年 東京工業大学助教  
2082年 東京工業大学助教  
2083年 東京工業大学助教  
2084年 東京工業大学助教  
2085年 東京工業大学助教  
2086年 東京工業大学助教  
2087年 東京工業大学助教  
2088年 東京工業大学助教  
2089年 東京工業大学助教  
2090年 東京工業大学助教  
2091年 東京工業大学助教  
2092年 東京工業大学助教  
2093年 東京工業大学助教  
2094年 東京工業大学助教  
2095年 東京工業大学助教  
2096年 東京工業大学助教  
2097年 東京工業大学助教  
2098年 東京工業大学助教  
2099年 東京工業大学助教  
2100年 東京工業大学助教  
2101年 東京工業大学助教  
2102年 東京工業大学助教  
2103年 東京工業大学助教  
2104年 東京工業大学助教  
2105年 東京工業大学助教  
2106年 東京工業大学助教  
2107年 東京工業大学助教  
2108年 東京工業大学助教  
2109年 東京工業大学助教  
2110年 東京工業大学助教  
2111年 東京工業大学助教  
2112年 東京工業大学助教  
2113年 東京工業大学助教  
2114年 東京工業大学助教  
2115年 東京工業大学助教  
2116年 東京工業大学助教  
2117年 東京工業大学助教  
2118年 東京工業大学助教  
2119年 東京工業大学助教  
2120年 東京工業大学助教  
2121年 東京工業大学助教  
2122年 東京工業大学助教  
2123年 東京工業大学助教  
2124年 東京工業大学助教  
2125年 東京工業大学助教  
2126年 東京工業大学助教  
2127年 東京工業大学助教  
2128年 東京工業大学助教  
2129年 東京工業大学助教  
2130年 東京工業大学助教  
2131年 東京工業大学助教  
2132年 東京工業大学助教  
2133年 東京工業大学助教  
2134年 東京工業大学助教  
2135年 東京工業大学助教  
2136年 東京工業大学助教  
2137年 東京工業大学助教  
2138年 東京工業大学助教  
2139年 東京工業大学助教  
2140年 東京工業大学助教  
2141年 東京工業大学助教  
2142年 東京工業大学助教  
2143年 東京工業大学助教  
2144年 東京工業大学助教  
2145年 東京工業大学助教  
2146年 東京工業大学助教  
2147年 東京工業大学助教  
2148年 東京工業大学助教  
2149年 東京工業大学助教  
2150年 東京工業大学助教  
2151年 東京工業大学助教  
2152年 東京工業大学助教  
2153年 東京工業大学助教  
2154年 東京工業大学助教  
2155年 東京工業大学助教  
2156年 東京工業大学助教  
2157年 東京工業大学助教  
2158年 東京工業大学助教  
2159年 東京工業大学助教  
2160年 東京工業大学助教  
2161年 東京工業大学助教  
2162年 東京工業大学助教  
2163年 東京工業大学助教  
2164年 東京工業大学助教  
2165年 東京工業大学助教  
2166年 東京工業大学助教  
2167年 東京工業大学助教  
2168年 東京工業大学助教  
2169年 東京工業大学助教  
2170年 東京工業大学助教  
2171年 東京工業大学助教  
2172年 東京工業大学助教  
2173年 東京工業大学助教  
2174年 東京工業大学助教  
2175年 東京工業大学助教  
2176年 東京工業大学助教  
2177年 東京工業大学助教  
2178年 東京工業大学助教  
2179年 東京工業大学助教  
2180年 東京工業大学助教  
2181年 東京工業大学助教  
2182年 東京工業大学助教  
2183年 東京工業大学助教  
2184年 東京工業大学助教  
2185年 東京工業大学助教  
2186年 東京工業大学助教  
2187年 東京工業大学助教  
2188年 東京工業大学助教  
2189年 東京工業大学助教  
2190年 東京工業大学助教  
2191年 東京工業大学助教  
2192年 東京工業大学助教  
2193年 東京工業大学助教  
2194年 東京工業大学助教  
2195年 東京工業大学助教  
2196年 東京工業大学助教  
2197年 東京工業大学助教  
2198年 東京工業大学助教  
2199年 東京工業大学助教  
2200年 東京工業大学助教  
2201年 東京工業大学助教  
2202年 東京工業大学助教  
2203年 東京工業大学助教  
2204年 東京工業大学助教  
2205年 東京工業大学助教  
2206年 東京工業大学助教  
2207年 東京工業大学助教  
2208年 東京工業大学助教  
2209年 東京工業大学助教  
2210年 東京工業大学助教  
2211年 東京工業大学助教  
2212年 東京工業大学助教  
2213年 東京工業大学助教  
2214年 東京工業大学助教  
2215年 東京工業大学助教  
2216年 東京工業大学助教  
2217年 東京工業大学助教  
2218年 東京工業大学助教  
2219年 東京工業大学助教  
2220年 東京工業大学助教  
2221年 東京工業大学助教  
2222年 東京工業大学助教  
2223年 東京工業大学助教  
2224年 東京工業大学助教  
2225年 東京工業大学助教  
2226年 東京工業大学助教  
2227年 東京工業大学助教  
2228年 東京工業大学助教  
2229年 東京工業大学助教  
2230年 東京工業大学助教  
2231年 東京工業大学助教  
2232年 東京工業大学助教  
2233年 東京工業大学助教  
2234年 東京工業大学助教  
2235年 東京工業大学助教  
2236年 東京工業大学助教  
2237年 東京工業大学助教  
2238年 東京工業大学助教  
2239年 東京工業大学助教  
2240年 東京工業大学助教  
2241年 東京工業大学助教  
2242年 東京工業大学助教  
2243年 東京工業大学助教  
2244年 東京工業大学助教  
2245年 東京工業大学助教  
2246年 東京工業大学助教  
2247年 東京工業大学助教  
2248年 東京工業大学助教  
2249年 東京工業大学助教  
2250年 東京工業大学助教  
2251年 東京工業大学助教  
2252年 東京工業大学助教  
2253年 東京工業大学助教  
2254年 東京工業大学助教  
2255年 東京工業大学助教  
2256年 東京工業大学助教  
2257年 東京工業大学助教  
2258年 東京工業大学助教  
2259年 東京工業大学助教  
2260年 東京工業大学助教  
2261年 東京工業大学助教  
2262年 東京工業大学助教  
2263年 東京工業大学助教  
2264年 東京工業大学助教  
2265年 東京工業大学助教  
2266年 東京工業大学助教  
2267年 東京工業大学助教  
2268年 東京工業大学助教  
2269年 東京工業大学助教  
2270年 東京工業大学助教  
2271年 東京工業大学助教  
2272年 東京工業大学助教  
2273年 東京工業大学助教  
2274年 東京工業大学助教  
2275年 東京工業大学助教  
2276年 東京工業大学助教  
2277年 東京工業大学助教  
2278年 東京工業大学助教  
2279年 東京工業大学助教  
2280年 東京工業大学助教  
2281年 東京工業大学助教  
2282年 東京工業大学助教  
2283年 東京工業大学助教  
2284年 東京工業大学助教  
2285年 東京工業大学助教  
2286年 東京工業大学助教  
2287年 東京工業大学助教  
2288年 東京工業大学助教  
2289年 東京工業大学助教  
2290年 東京工業大学助教  
2291年 東京工業大学助教  
2292年 東京工業大学助教  
2293年 東京工業大学助教  
2294年 東京工業大学助教  
2295年 東京工業大学助教  
2296年 東京工業大学助教  
2297年 東京工業大学助教  
2298年 東京工業大学助教  
2299年 東京工業大学助教  
2300年 東京工業大学助教  
2301年 東京工業大学助教  
2302年 東京工業大学助教  
2303年 東京工業大学助教  
2304年 東京工業大学助教  
2305年 東京工業大学助教  
2306年 東京工業大学助教  
2307年 東京工業大学助教  
2308年 東京工業大学助教  
2309年 東京工業大学助教  
2310年 東京工業大学助教  
2311年 東京工業大学助教  
2312年 東京工業大学助教  
2313年 東京工業大学助教  
2314年 東京工業大学助教  
2315年 東京工業大学助教  
2316年 東京工業大学助教  
2317年 東京工業大学助教  
2318年 東京工業大学助教  
2319年 東京工業大学助教  
2320年 東京工業大学助教  
2321年 東京工業大学助教  
2322年 東京工業大学助教  
2323年 東京工業大学助教  
2324年 東京工業大学助教  
2325年 東京工業大学助教  
2326年 東京工業大学助教  
2327年 東京工業大学助教  
2328年 東京工業大学助教  
2329年 東京工業大学助教  
2330年 東京工業大学助教  
2331年 東京工業大学助教  
2332年 東京工業大学助教  
2333年 東京工業大学助教  
2334年 東京工業大学助教  
2335年 東京工業大学助教  
2336年 東京工業大学助教  
2337年 東京工業大学助教  
2338年 東京工業大学助教  
2339年 東京工業大学助教  
2340年 東京工業大学助教  
2341年 東京工業大学助教  
2342年 東京工業大学助教  
2343年 東京工業大学助教  
2344年 東京工業大学助教  
2345年 東京工業大学助教  
2346年 東京工業大学助教  
2347年 東京工業大学助教  
2348年 東京工業大学助教  
2349年 東京工業大学助教  
2350年 東京工業大学助教  
2351年 東京工業大学助教  
2352年 東京工業大学助教  
2353年 東京工業大学助教  
2354年 東京工業大学助教  
2355年 東京工業大学助教  
2356年 東京工業大学助教  
2357年 東京工業大学助教  
2358年 東京工業大学助教  
2359年 東京工業大学助教  
2360年 東京工業大学助教  
2361年 東京工業大学助教  
2362年 東京工業大学助教  
2363年 東京工業大学助教  
2364年 東京工業大学助教  
2365年 東京工業大学助教  
2366年 東京工業大学助教  
2367年 東京工業大学助教  
2368年 東京工業大学助教  
2369年 東京工業大学助教  
2370年 東京工業大学助教  
2371年 東京工業大学助教  
2372年 東京工業大学助教  
2373年 東京工業大学助教  
2374年 東京工業大学助教  
2375年 東京工業大学助教  
2376年 東京工業大学助教  
2377年 東京工業大学助教  
2378年 東京工業大学助教  
2379年 東京工業大学助教  
2380年 東京工業大学助教  
2381年 東京工業大学助教  
2382年 東京工業大学助教  
2383年 東京工業大学助教  
2384年 東京工業大学助教  
2385年 東京工業大学助教  
2386年 東京工業大学助教  
2387年 東京工業大学助教  
2388年 東京工業大学助教  
2389年 東京工業大学助教  
2390年 東京工業大学助教  
2391年 東京工業大学助教  
2392年 東京工業大学助教  
2393年 東京工業大学助教  
2394年 東京工業大学助教  
2395年 東京工業大学助教  
2396年 東京工業大学助教  
2397年 東京工業大学助教  
2398年 東京工業大学助教  
2399年 東京工業大学助教  
2400年 東京工業大学助教  
2401年 東京工業大学助教  
2402年 東京工業大学助教  
2403年 東京工業大学助教  
2404年 東京工業大学助教  
2405年 東京工業大学助教  
2406年 東京工業大学助教  
2407年 東京工業大学助教  
2408年 東京工業大学助教  
2409年 東京工業大学助教  
2410年 東京工業大学助教  
2411年 東京工業大学助教  
2412年 東京工業大学助教  
2413年 東京工業大学助教  
2414年 東京工業大学助教  
2415年 東京工業大学助教  
2416年 東京工業大学助教  
2417年 東京工業大学助教  
2418年 東京工業大学助教  
2419年 東京工業大学助教  
2420年 東京工業大学助教  
2421年 東京工業大学助教  
2422年 東京工業大学助教  
2423年 東京工業大学助教  
2424年 東京工業大学助教  
2425年 東京工業大学助教  
2426年 東京工業大学助教  
2427年 東京工業大学助教  
2428年 東京工業大学助教  
2429年 東京工業大学助教  
2430年 東京工業大学助教  
2431年 東京工業大学助教  
2432年 東京工業大学助教  
2433年 東京工業大学助教  
2434年 東京工業大学助教  
2435年 東京工業大学助教  
2436年 東京工業大学助教  
2437年 東京工業大学助教  
2438年 東京工業大学助教  
2439年 東京工業大学助教  
2440年 東京工業大学助教  
2441年 東京工業大学助教  
2442年 東京工業大学助教  
2443年 東京工業大学助教  
2444年 東京工業大学助教  
2445年 東京工業大学助教  
2446年 東京工業大学助教  
2447年 東京工業大学助教  
2448年 東京工業大学助教  
2449年 東京工業大学助教  
2450年 東京工業大学助教  
2451年 東京工業大学助教  
2452年 東京工業大学助教  
2453年 東京工業大学助教  
2454年 東京工業大学助教  
2455年 東京工業大学助教  
2456年 東京工業大学助教  
2457年 東京工業大学助教  
2458年 東京工業大学助教  
2459年 東京工業大学助教  
2460年 東京工業大学助教  
2461年 東京工業大学助教  
2462年 東京工業大学助教  
2463年 東京工業大学助教  
2464年 東京工業大学助教  
2465年 東京工業大学助教  
2466年 東京工業大学助教  
2467年 東京工業大学助教  
2468年 東京工業大学助教  
2469年 東京工業大学助教  
2470年 東京工業大学助教  
2471年 東京工業大学助教  
2472年 東京工業大学助教  
2473年 東京工業大学助教  
2474年 東京工業大学助教  
2475年 東京工業大学助教  
2476年 東京工業大学助教  
2477年 東京工業大学助教  
2478年 東京工業大学助教  
2479年 東京工業大学助教  
2480年 東京工業大学助教  
2481年 東京工業大学助教  
2482年 東京工業大学助教  
2483年 東京工業大学助教  
2484年 東京工業大学助教  
2485年 東京工業大学助教  
2486年 東京工業大学助教  
2487年 東京工業大学助教  
2488年 東京工業大学助教  
2489年



ニューヨークの橋



## ニューヨーク市の橋守 ヤネフ博士



1996年ごろの筑波土研でのブリッジワーク  
ショップ以来の知り合い

44

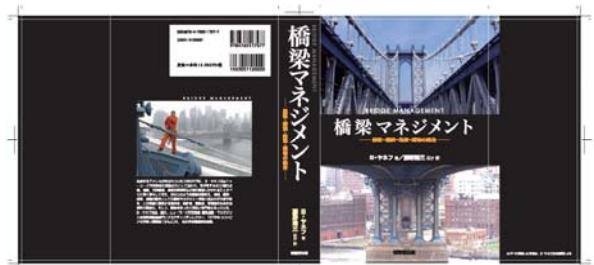
## 橋が古くなると 一過去の事例から一

ヤネフ「是非、アメリカの例  
から学んで欲しい。」

45

「作る」時代から「使う」時代  
さらに「マネジメントする」時代

橋梁マネジメント 原本 2007年(訳2009年)



定価 12960円 著者割引10000円

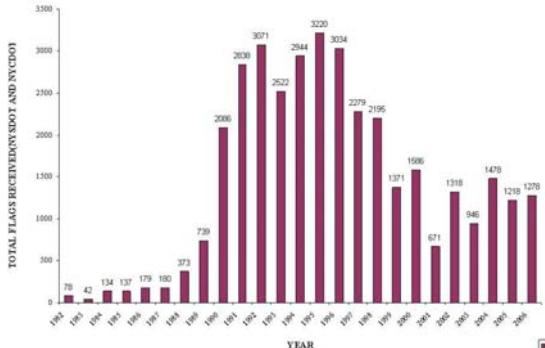
46

ヤネフさん(Dr. Bojidar Yanev)

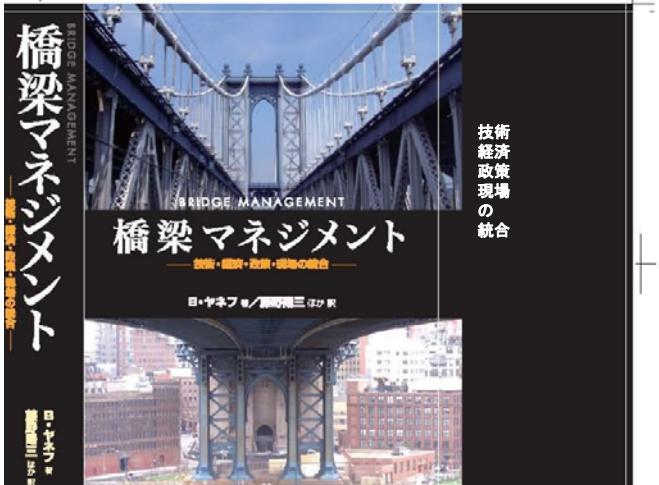
- ・ブルガリア生まれ 現在65歳かやや上(アメリカには定年がない!)
- ・コロンビア大学で修士、博士。
- ・カリフォルニア大学で研究員(地震工学)、コンサルタントを経て
- ・1980年代後半にNYCの交通局に勤務 ウィリアムズバーグ橋(吊橋)の閉鎖が起き、NYC交通局に研究開発部門が出来、そこに招かれた。
- ・以来、20年の経験をベースに纏められたのがBMである。コロンビア大学客員教授でもある

47





50



ENGINEERING      MANAGEMENT

DESIGN	↔	PLANNING
SOLUTION	↔	DECISION
CONSTRUCTION	↔	EXECUTION
MAINTENANCE	↔	OPERATION

SUCCESS      ↔ FAILURE

Discontinuity

Time and money degrades projects

52

工学	マネジメント
設計	↔ 計画, 立案
解(ソールーション)	↔ 決定
建設	↔ 実行
<u>メインテナス</u>	↔ 運営
成功	↔ 失敗

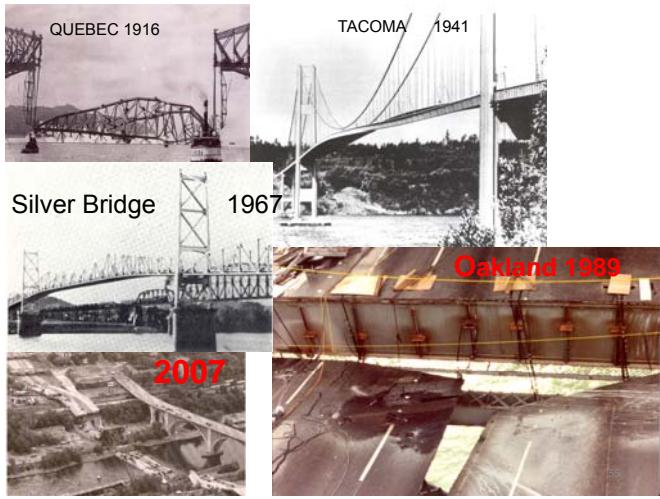
様々な不連続性(Discontinuity)  
ニッチ 隙間

時間と予算の不足がプロジェクトを劣化させる

53



• 付属物 トンネル屋さんの範疇外  
施設屋さんにしてみれば専門外



工学

マネジメント

アプローチ:

ボトムアップ

領域:

時間軸:

目的:

制約

↔ トップダウン

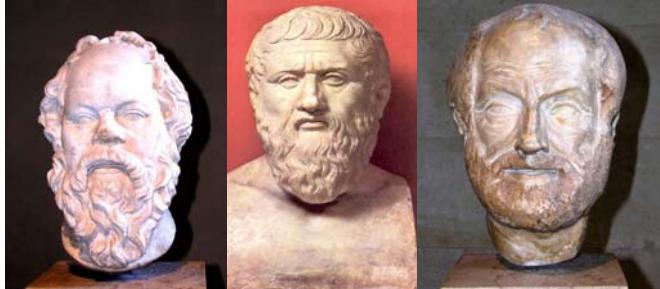
構造物 ↔ 社会

即効 + ライフサイクル

質 + 量

技術 + お金 + 人間

56



SOCRATES  
470 – 399

PLATO  
384 – 322  
B.C.

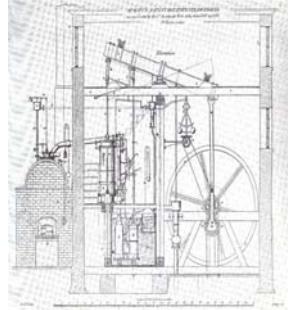
ARISTOTLE  
427 – 347

57

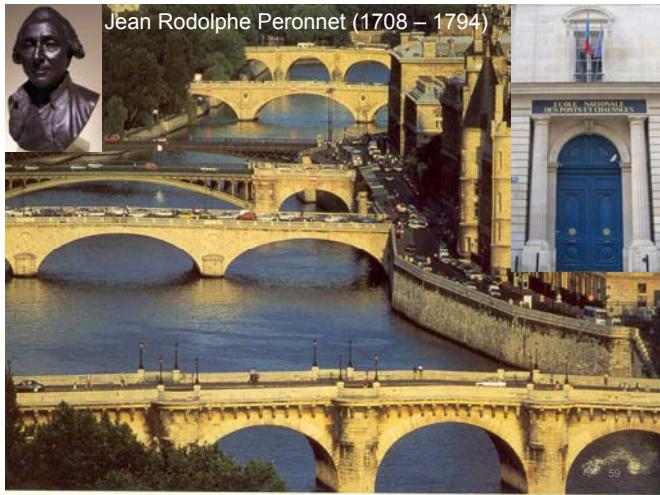


James Watt  
1736-1819

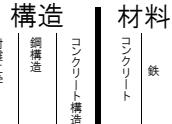
Adam Smith  
1723 – 1790  
"The Wealth of Nations"



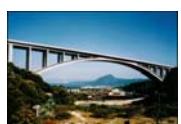
58



研究でも分野毎に「村」単位の縦割組織



不連続、隙間がある

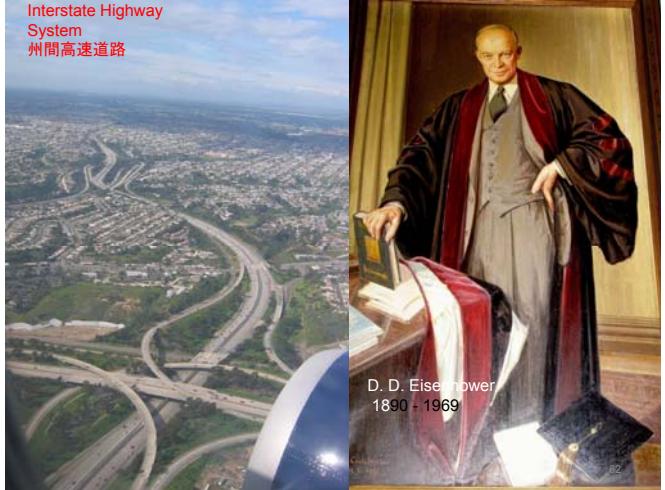
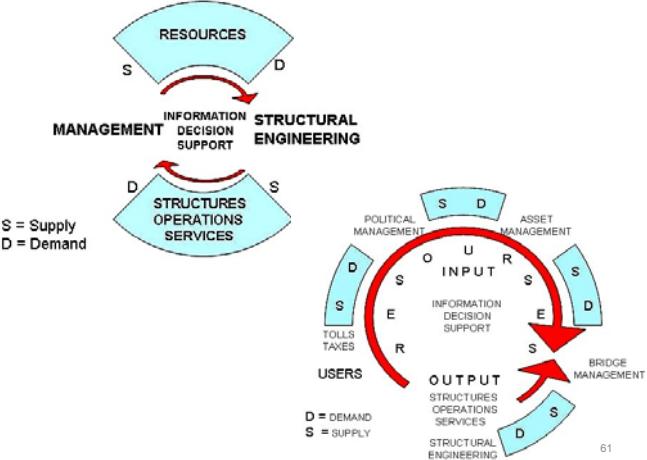


新設インフラ の設計、施工  
各部位(鋼、コンクリート、柱、梁...)が分割して仕事ができる。  
設計基準があれば、ある水準以上のものが出来る

しかし、既設インフラの評価では

材料の局部損傷  
全体の強度への影響  
材料と構造との組み合わせ問題

59



### 橋やトンネルなど 特徴

- ・高い公共性 「安全」が期待される 高い安全率
- ・**単品性** マスプロ製品とは違う
- ・条件が1つ1つ違う (地盤, 気象, 交通)
- ・長い供用期間 50年 それ以上
- ・(結果として) **高い不確定性** 想定外が起こる
- ・取り扱いが難しい
- ・長い, 大きい
- ・検査が難しい 現場で検査 使用しながら検査・補修
- ・事故の影響大 大規模/ネットワークの一部

64

ゆりかもめの事故 2006年4月 -



原因は車輪軸の疲労破壊.  
運行会社の弁  
1)想定外  
2)検査では見抜けなかった

“想定外” 弁明に使われる。

Thatcher's 法則(1982)

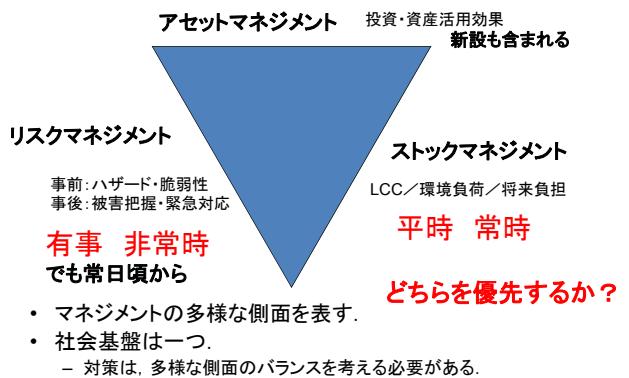
"The unexpected happens, and  
you'd better prepare (be ready) for it "  
(予期せぬことは起こる。準備せよ)

どうやって?



65

### 社会基盤マネジメントの考え方

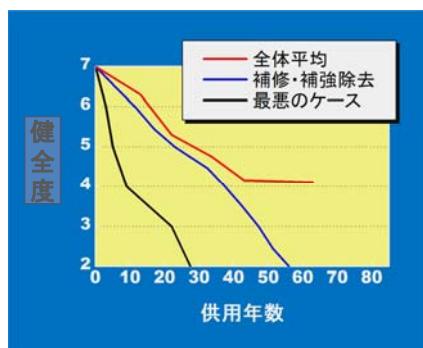


66

## 劣化の予測

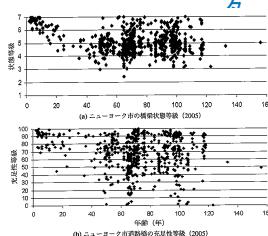
NY市の橋梁の平均劣化モデル

(Yaniv, B., 1997)



67

## ニューヨーク市の橋梁 健全度評価データ



大きなバラツキ

点検結果から、劣化傾向を推定  
(理論的予測は極めて難しい)

## George Washington 橋



1931年完成  
建設費 5900万ドル  
現在はレーンが追加され20車線  
  
1992-1997大規模補修3600万ドル  
通行量4.7ドル  
年間収入約200万ドル  
通行料金を補修に充て  
状態は良好

## イースト川橋梁群の改修費用見積もり

ブルックリン橋	464 (百万 \$) (ほぼ億)
マンハッタン橋	788
ウィリアムズバーグ橋	989
クイーンズボロ橋	741

新設より高くつく



ハリケーン サンディ 学生さんと助教がNYCへ  
2012年10月 ニューヨーク市などを襲う  
停電等 8000億円のロス



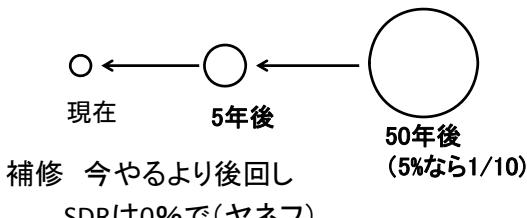
ワシントンポスト  
2012年10月29日  
記事



社会的割引率  
Social Discount Rate

3~5%

将来起こること(支出)を小さく見てしまう



東京の巨大地下タンク(首都圏外郭放水路)

670,000m<sup>3</sup> 200m x 200m x 20m (2006年)

100年に一度の洪水に対応 工費2300億円

無駄と余裕は  
紙一重  
安全率=無駄?

「必要な無駄」の  
価値の可視化



2008年のリーマン  
ショックを予想した



黒い白鳥  
事前に予想できず、  
起きたときの  
ショックの大きい事象

無駄の大しさ (想定外への用意)

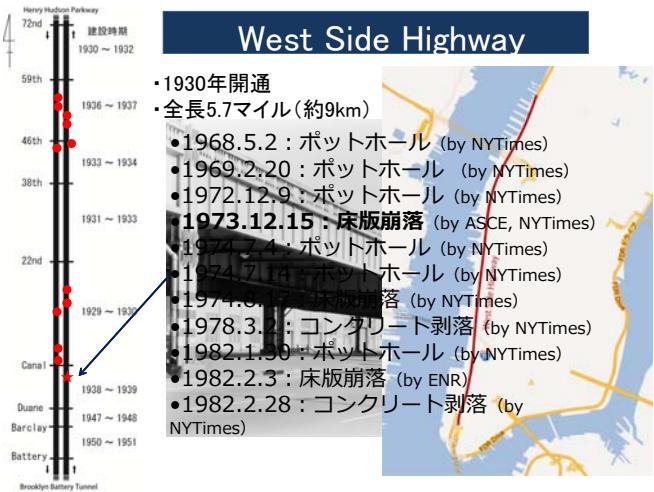
母なる自然是無駄が好きだ。守るために無駄

人間の身体には、目は二つ、肺も二つ、腎臓も二つ、  
脳まで二つある

まったく逆方向の無駄が浅はかな最適化だ。  
経済学は大部分が浅はかな最適化の上に立ち...。

「成功」報酬をもらえる人に原子力発電所を経営  
させてはいけない。(メンテも似たところがあるかも)





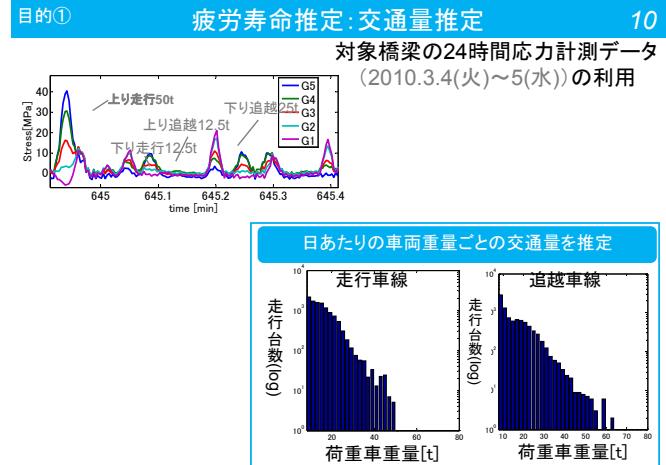
**比較**

- NYC
  - 800橋 5000スパン 150万m<sup>2</sup>
  - 橋梁への予算(ほとんどが補修費) 500億円
- 首都高速道路
  - 面積: 約540万m<sup>2</sup>(内橋梁面積約400万m<sup>2</sup>)
  - 維持管理費: 約570億円



**精密検査を受け  
本格治療、手術し  
首都と日本の道脈に  
ふさわしく  
お化粧も少し**

85



### 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 平成23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 ポストン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長

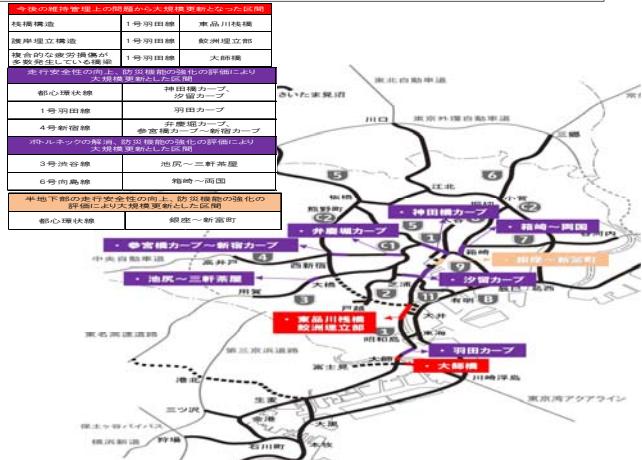
三木 千壽 東京都市大学総合研究所教授

初回 24年3月 5,6,8,10,11月 笠子・選挙 25年1月提言



- 付属物 トンネル屋さんの範疇外  
施設屋さんにしてみれば専門外

○ 大規模更新の実施区間は、約16km(検討区間の約3割)

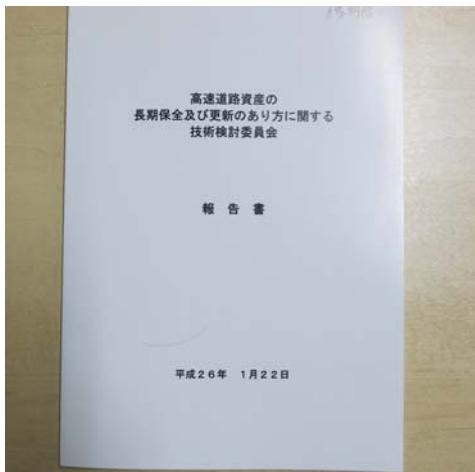


### I. 委員会構成

委員長 中村英夫 武藏工業大学学長

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

90



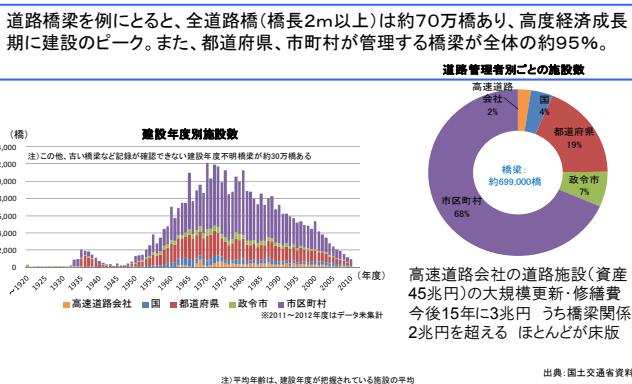
91

## ネクスコ系

- ・高速道路の長期資産...
- ・大田, 宮川, 西村, 藤野 外部委員
- ・長尾, 吉川(猪熊), 牧浦(ネクスコ委員)
- ・平成24年11月(10月末)初回の委員会

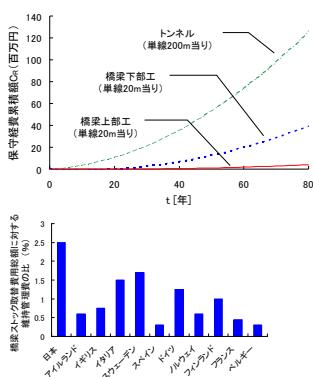
92

## 背景



		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	約 1,600億円
		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

## LCCの統計的最適化



題名

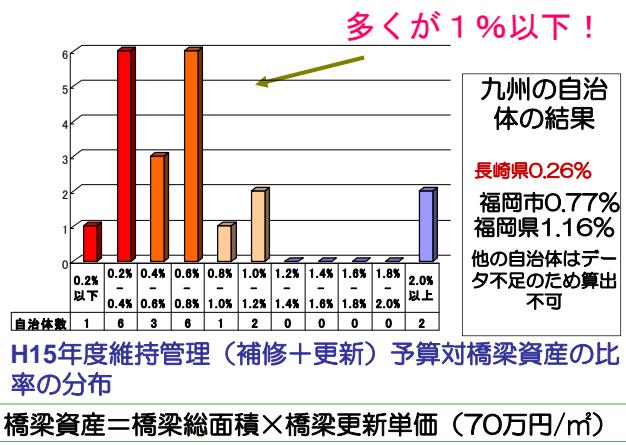
卒業論文

## 橋梁維持管理の必要性の定量的検証 およびそのためのデータ構造の提案

Quantitative Verification of Necessity of  
Bridge maintenance  
and  
Proposal of data structure for it

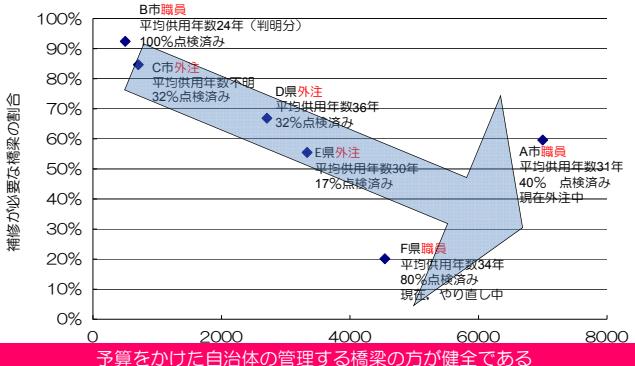
2004年

稻垣 博信



#### 4. 判明分と未判明分による予算対資産（マクロ的アプローチ）

### 予算と健全度の関係

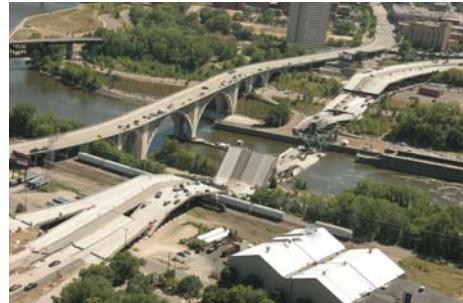


ミネソタI35 崩壊前の姿



- 競争設計時代の橋  
軽いことは合理的
- ヨーロッパでもこの時代のは  
問題が多い

崩壊の様子



- 徹底した情報公開 報告書 図面 他

100

設計ミス 薄かったU-10 ガセット 2003年撮影  
写真でも面外変形していた  
それには気がついていた でも変化してなかったのでそのままに

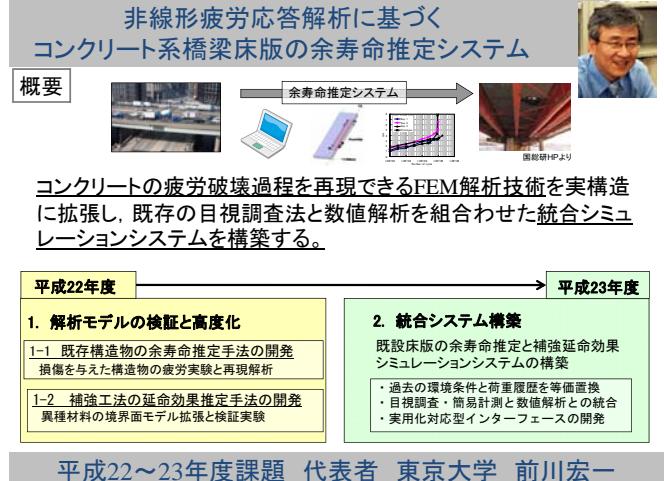
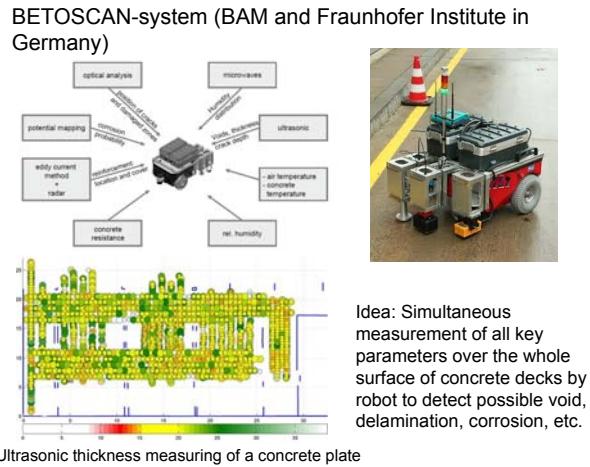


<http://www.startribune.com/local/16927626.html>

101



<p><b>点検</b></p> <p><b>近接目視が原則</b></p> <p>見られるところは見る。 見られないところは見ない。</p> <p>点検を何度も見られないところは見ない。かなり多い部分では? (想定外の温存)</p> <p>見られないところも見る点検の必要性 30年(例えば)ごとに一度の 徹底的詳細点検</p> <p style="text-align: right;">103</p>	<p><b>維持管理に関する事故</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1967年 シルバー橋</li> <li>• 1983年 マイアス橋</li> <li>• 2006年 ケベック・コンコルド橋</li> <li>• 2007年 ミネソタ・ミシシッピ川橋</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>冗長性の低い構造 +メンテナンス</b></li> <li>• 「古いもの」ではなく「悪いもの」</li> <li>• ライフサイクルマネジメントや維持管理体制にフィードバック             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fracture Critical Bridge (FCB)</li> </ul> </li> </ul> 
<p><b>点検</b></p> <p>劣化、損傷を見つけること 構造物の変化を見る</p> <p>それだけか?</p> <p><b>新しい課題</b></p> <p>もともと悪いところを見つける。</p> <p><b>診断 性能を評価する</b></p> <p style="text-align: right;">105</p>	<p><b>アメリカの次のステップ</b> -長期橋梁性能プログラム(20年間) 2007年から-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 点検・検査の定量化</li> <li>• 繼続的モニタリング             <ul style="list-style-type: none"> <li>- センシングへの注目</li> </ul> </li> <li>• 廃棄時の解剖的検査</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 劣化・陳腐化を定量化</li> <li>• 予測の高精度化</li> <li>• ストックマネジメント効率化</li> <li>• 新技術開発の基盤の確立</li> <li>• 土木工学の国際競争力強化-</li> </ul> <p>EUでも同じような 研究開発プログラムが</p> 
<p>Common Problems in Concrete Bridge Decks</p> 	<p>Non Destructive Evaluation (NDE) Methods</p> 



## 平成26年度重点課題 (総合科学技術会議)

- 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

SIP 戦略的イノベーション創造プログラム  
10課題のひとつ  
インフラの維持管理、更新、マネジメント技術

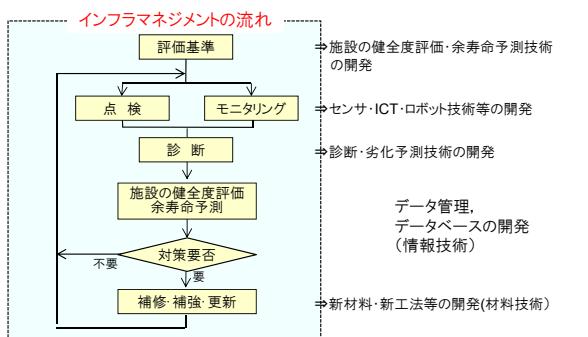
戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)  
研究開発計画案中間発表



内閣府 政策参与 プログラムディレクター  
藤野 陽三

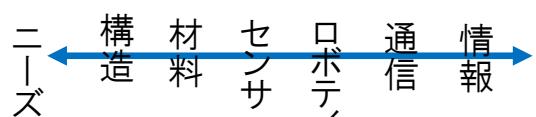
## 研究開発内容

インフラ維持管理フローと要素技術開発



## 研究開発内容

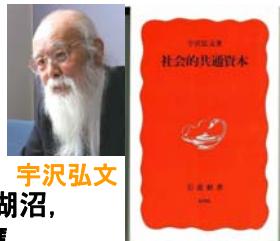
### ・インフラ



言葉の違う人々 通訳の育成が必要  
使いたくなるシステムをつくる  
それが“イノベーション”

## 土木 =「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」  
人間が人間らしい生活を行うに  
欠かせないもの (塩野七生)



- **自然環境**  
大気, 水, 森林, 河川, 湖沼,  
海洋, 沿岸湿地帯, 土壤
- **社会的インフラストラクチャー 幅の広さ**  
道路, 交通機関, 上下水道,  
電力・ガス 所謂「社会資本」
- **制度資本(システム)**  
公共政策, 教育, 医療, 金融,

115

公益社団法人土木学会は2014年11月に100周年を迎えます

創立:1914年11月24日(大正3年)

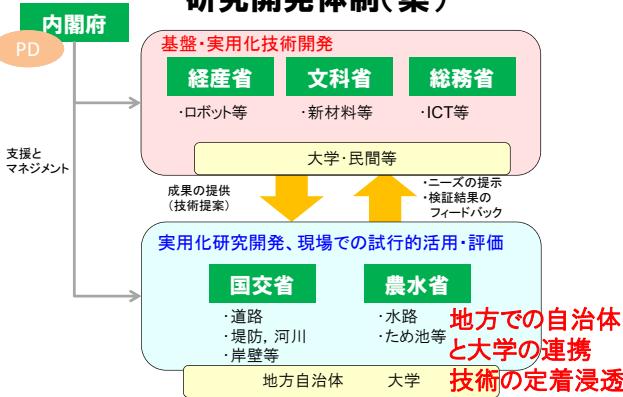


古市公威初代土木学会会長の就任演説

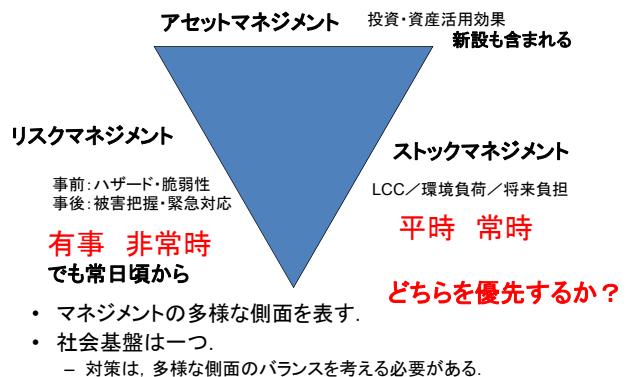
土木技術者は  
「指揮者を指揮する人」、「特に将たる人」  
たらねばならぬことを力強く述べ、  
土木学会会員に  
「研究の範囲を縦横に拡張せられんこと」を、  
そしてそれと同時に  
「その中に土木あることを忘れられざらんこと」を

帝国工科大学初代学長  
貴族院議員

## 研究開発体制(案)



## 社会基盤マネジメントの考え方



118

## 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"*



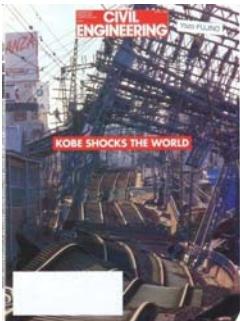
日本の国際的に著名な地震工学者の言  
カリifornia運輸局は地震レトロフィットに励んだ  
ハウズナー名誉教授委員会

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。



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

## Preparing for the Unexpected

Hiroo Kanamori  
California Institute of Technology

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

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)

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.

## Seismological Research Letters, 1

122

## 2011年3.11 地震



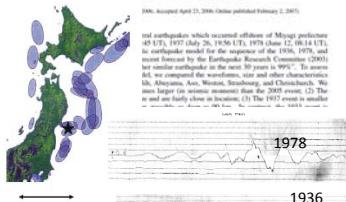
1978 宮城県沖 EQ.

M=7.4 金森説/理論 1980年  
「古いプレートでは大きな地震は起きない」(平均)

## 金森博雄先生の論文 (2006年)

Investigation of the earthquake sequence off Miyagi prefecture with historical seismograms

Hiroo Kanamori<sup>1</sup>, Maamaki Miyazawa<sup>2</sup>, and Jie Mai<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Earth Physics Group, Division of Geophysics, CIDA  
<sup>2</sup>Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto, Japan  
<sup>3</sup>2006. Accepted April 23, 2006. Online published February 2, 2007



(1) Three motion is which was analysis  
世界のリーダー  
(2) The ; カリフォルニア工大  
coupled (元東大地震研)  
accumulated strain will be eventually released by either large megathrust events, large tsunami EQs, or large silent EQs.

巨大地震の発生を示唆  
(金森先生には想定内)

エネルギーの放出は十分でない。蓄積している

## 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6日で応急復旧した高齢道のり面の崩落

仙台東部道路 仙台港北IC～仙台東ICの橋梁ゴム支承の破壊 常磐自動車道 いわき勿来IC～いわき湯本ICの切土の崩落



## 鹿行大橋

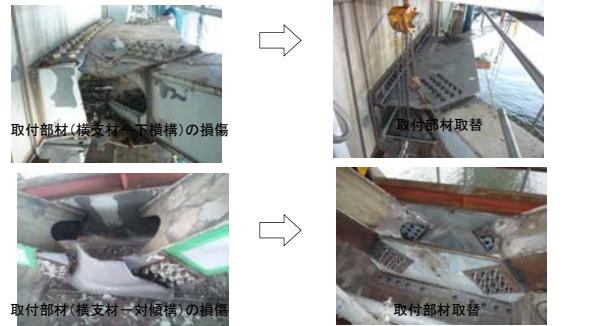


- 新橋に掛け替える工事を行なっている。
- 走行中の車両が複数転落
- 昭和43年6月完成、国道354号
- 桁が落下し橋脚が2本失われる。落下橋は60m程度。手前の橋脚は沈下、ミグ方向に移動

産総研(吉見ら)茨城県内の地震被害概況調査

## 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箇所について取替えを実施



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



## 技術の進歩

今は使われない、許されない構造、  
ディテールは多い  
古いのは脆弱性が高い構造である場合が多い

これらは「既存不適格」ではないか？

技術基準の改定を定期的に行い、  
脆弱性の高いものを明確にする必要がある。

それには点検・モニタリングと診断が必要！

130

## 20年間時限つきキャンペーン 「強い日本に向けての強靭な国土造り」

(よいキヤツチを考えたい！)

人口減、高齢化が本格化する前に、  
インフラの足腰を強く。都市も地方も

今、やればこれからの50年が安心

補修技術、点検技術

図面にさかのぼって

モニタリング技術の活用

すべてのインフラの脆弱性の一斉点検診断が  
欠かせない。そして 補強、改修、更新

2011/04/30 Seismologist reflects on his firsthand...  
CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

3/31/11 Prof Kanamori 金森教授  
Seismologist reflects on his firsthand experience of the Japanese earthquake



Eminent seismologist Hiroo Kanamori, Caltech's Smits Professor of Geophysics, Emeritus, has been studying the movement of the earth his entire career. On March 11 he was in Tokyo, experiencing firsthand the largest earthquake in the country's recorded history.

Kanamori emphasizes that the rapid dissemination of information after a big event is extremely important to warning systems for towns and communities at risk for earthquakes. He says that information needs to be collected on many scales. Many local systems often fail during a natural disaster. This requires good coordination between agencies in different countries.

"In our science, it's very difficult to prove anything because you can't experiment. You have to rely on nature," he says. "Whatever happens in nature, you cannot predict 100 percent, so building robust infrastructures using rapid reliable information to prepare for the unexpected is very important."

謙虚に

131

132

講演のファイル、本購入希望の方は  
[fujino@ynu.ac.jp](mailto:fujino@ynu.ac.jp) まで  
[fujino@bridge.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:fujino@bridge.t.u-tokyo.ac.jp) でもOK

ご清聴ありがとうございました。