

ISSN 1346-7328  
国総研資料 第 948 号  
平成 29 年 1 月

# 国土技術政策総合研究所資料

**TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management**

**No. 948**

**January 2017**

平成 27 年度 国土技術政策総合研究所講演会講演集

Report of the Lecture Meeting of NILIM (2015)

国土交通省 国土技術政策総合研究所

**National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan**



平成27年度 国土技術政策総合研究所講演会講演集

Report of the Lecture Meeting of NILIM(2015)

概要

本資料は、「平成27年度国土技術政策総合研究所講演会」の講演内容をまとめたものである。

キーワード : 講演会、国土技術政策総合研究所

Synopsis

This report summarizes the Lecture Meeting of NILIM held in 2015.

Key Words : Lecture Meeting, NILIM



## はじめに

国土技術政策総合研究所は、平成27年12月3日（木）に東京都港区虎ノ門の日本消防会館（ニッショーホール）において、平成27年度「国土技術政策総合研究所講演会」を開催した。

当日は土木・建築関係を中心とした民間企業、地方公共団体、関係法人等から多数のご参加があり、大変盛況のうちに終了した。

講演会では、社会的要請の大きい①「防災・減災」、②「維持管理」、③地方創生、賢く使う、生産性向上等に必要な技術の「イノベーション」の3つのセッションに沿って、全ての研究部・センターから、すぐに現場に役立つ最前線の研究成果等について講演を行った。

また、特別講演として、筑波大学大学院 石田東生教授に「社会・経済イノベーションを導く国土技術政策」と題して御講演いただいた。

本報告書は平成27年度「国土技術政策総合研究所 講演会」をとりまとめたものであり、構成は、第1章の開会の挨拶、第2章の特別講演「社会・経済イノベーションを導く国土技術政策」の概要、第3章の一般講演の概要、第4章の閉会の挨拶の合計4章から成り、資料としてポスター及びリーフレットを巻末に添付している。

最後に、ご多忙中にも関わらずご参加いただいた皆さま、講演会の開催にあたりご協力いただいた石田先生及び関係各位に感謝を申し上げます。



# 目 次

はじめに	
プログラム	1
第1章 開会の挨拶	7
所長 木谷 信之	
第2章 特別講演「社会・経済イノベーションを導く国土技術政策」	9
筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授 石田 東生	
第3章 一般講演	
3.1 洪水危険度見える化プロジェクト	31
河川研究部長 鳥居 謙一	
3.2 「つぶやき」情報で土砂災害から命を救う	41
土砂災害研究部長 渡 正昭	
3.3 沿岸都市部を津波・高潮から守る	51
沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武	
3.4 地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ	61
建築研究部 建築新技術統括研究官 奥田 泰雄	
3.5 地球12周! 見えない下水道を護る	73
下水道研究部長 鈴木 穰	
3.6 道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために	81
道路構造物研究部長 真下 英人	
3.7 ETC2.0 データを用いた道路交通の見える化	91
道路交通研究部長 伊藤 正秀	
3.8 地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究	99
都市研究部長 佐藤 研一	
3.9 航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向	107
空港研究部長 谷川 勇二	
3.10 港湾分野における AIS 活用の可能性と北極海航路航行実態の分析	115
港湾研究部長 小泉 哲也	
3.11 社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向	125
防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤	
3.12 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導	133
住宅研究部長 福山 洋	
第4章 閉会の挨拶	143
副所長 春日井 康夫	
参考	
1 ポスター	145
2 リーフレット	147





## プ ロ グ ラ ム

10:30～10:35 開会の挨拶 所長 木谷 信之

◆一般講演

セッション：「防災・減災」

10:35～10:55 洪水危険度見える化プロジェクト 河川研究部長 鳥居 謙一

10:55～11:15 「つぶやき」情報で土砂災害から命を救う 土砂災害研究部長 渡 正昭

11:15～11:35 沿岸都市部を津波・高潮から守る 沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武

11:35～11:55 地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ  
建築研究部 建築新技術統括研究官 奥田 泰雄

セッション：「維持管理」

11:55～12:15 地球12周！見えない下水道を護る 下水道研究部長 鈴木 穰

12:15～12:35 道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために 道路構造物研究部長 真下 英人

12:35～13:35 休 憩

◆特別講演

13:35～14:35 社会・経済イノベーションを導く国土技術政策  
筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授 石田 東生

◆一般講演

セッション：「イノベーション」

14:35～14:55 ETC2.0データを用いた道路交通の見える化 道路交通研究部長 伊藤 正秀

14:55～15:15 地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究 都市研究部長 佐藤 研一

15:15～15:35 航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向 空港研究部長 谷川 勇二

15:35～15:55 休 憩

15:55～16:15 港湾分野におけるAIS活用の可能性と北極海航路航行実態の分析 港湾研究部長 小泉 哲也

16:15～16:35 社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向  
防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤

16:35～16:55 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導 住宅研究部長 福山 洋

16:55～17:00 閉会の挨拶 副所長 春日井 康夫



## ◇開会の挨拶

所長 木谷 信之



## ◇講演者及び演題

### 特別講演



#### 社会・経済イノベーションを導く国土技術政策

筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授

石田 東生

#### <プロフィール>

・東京大学大学院修了後、東京工業大学助手、筑波大学講師、フィリピン大学客員教授、筑波大学教授を経て現職。

筑波大学大学院 システム情報工学研究科 社会システム・マネジメント工学専攻長、筑波大学 学長特別補佐、筑波大学 教育企画室室長を歴任。

・交通計画・国土計画・都市計画等を専門とする。  
・社会資本整備審議会道路分科会臨時委員、社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会委員・国土幹線道路部会委員・事業評価部会委員、社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会委員、観光庁世界に誇れる広域観光周遊ルート検討委員会副座長、新道路技術会議委員長等を歴任。

・日本都市計画学会論文奨励賞、日本道路会議優秀論文賞を受賞。

### 一般講演



#### 洪水危険度見える化プロジェクト

河川研究部長 鳥居 謙一

常時および非常時に自治体や住民が的確に判断し、行動をとるためリスクコミュニケーションが重要である。

組織、個人の情報リテラシーの特性を前提にわかりやすい情報提供を目的とした洪水危険度見える化プロジェクトについて紹介する。



## 「つぶやき」情報で土砂災害から命を救う

土砂災害研究部長 渡 正昭

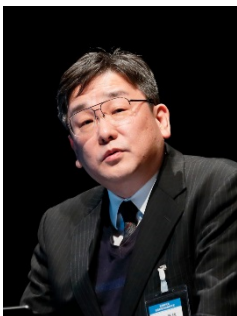
ソーシャルネットワークサービス（SNS）として市民権を得たツイッター（Twitter）にスポットをあて、140字の「つぶやき（ツイート）」に込められた情報を土砂災害の発生監視や警戒避難に役立てるための技術開発について紹介する。



## 沿岸都市部を津波・高潮から守る

沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武

沿岸部に都市・工業地帯が発達する日本は、そこでの資産や営みを津波や高潮から守っていかざるをえない。日本の地理・経済や自然現象の特徴を踏まえ、津波や高潮への対応にどう取り組んでいくのか、幾つかの取組を紹介する。



## 地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ

建築研究部 建築新技術統括研究官 奥田 泰雄

災害拠点建築物等は、大地震において倒壊しないだけでなく、地震後も継続して使える必要がある。大地震後の機能継続のための研究開発として、RC造建築物の損傷制御設計法と高耐震吊り天井工法について紹介する。



## 地球12周！ 見えない下水道を護る

下水道研究部長 鈴木 穰

累積延長が46万kmに達し、今後、老朽管の急激な増加が見込まれる下水道管路を効果的に維持管理していくために必要な管路の調査優先度判定システムや、低コストで効率的な調査技術について紹介する。



## 道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために

道路構造物研究部長 真下 英人

橋やトンネル等の道路構造物のメンテナンスサイクル（点検、診断、措置、記録）を回すための、非破壊検査技術の活用、損傷状態に応じた補修・補強設計技術、耐久性を向上させる設計技術など最新の取り組みについて紹介する。



## ETC2.0 データを用いた道路交通の見える化

道路交通研究部長 伊藤 正秀

本格的な普及が始まった ETC2.0 では、車の位置・時刻・加速度等のデータが得られる一方、よりきめ細かい情報を車に提供することも期待される。本技術を用いた道路交通分析や利用者サービスについて、研究の現況と今後の可能性について述べる。



## 地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究

都市研究部長 佐藤 研一

地方創生の視点から、コンパクトシティの形成が各地で試みられている。これを支援するための、中心市街地の活性化、郊外部の再編・縮退、公共交通の活性化等に関する研究やその成果の活用状況を紹介する。



## 航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向

空港研究部長 谷川 勇二

航空市場の環境変化や観光政策等の状況を踏まえつつ、首都圏空港の機能強化やLCC（格安航空会社）の参入拡大等に対応した今後の航空政策支援のため、その基礎となる航空需要の予測手法に関する研究動向について紹介する。



## 港湾分野における AIS 活用の可能性と北極海航路航行実態の分析

港湾研究部長 小泉 哲也

AIS を活用した台風、津波来襲時の船舶の避難水域規模推計手法の開発や、AIS を活用した北極海航路航行実態に関する分析等、AIS 技術の活用の可能性や港湾政策への展開に関する研究を中心に紹介する。



## 社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向

防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤

官民連携による新たな事業執行方式の導入、ICT 技術等の活用による建設生産システムの効率化、設計・積算基準の標準化による現場施工の省力化・効率化など、社会資本整備プロセスの生産性向上に関する研究の動向について紹介する。



## 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導

住宅研究部長 福山 洋

本年7月に「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」が成立し、住宅・建築物の省エネルギー化に向けた動きが本格化していくこととなった。ここでは、この基準を支える、エネルギー消費性能評価手法の開発やそれによって変わる設計技術等について紹介する。

## ◇閉会の挨拶

副所長 春日井 康夫



## 第1章 開会の挨拶

所長 木谷 信之





## 第1章 開会の挨拶（所長 木谷 信之）

おはようございます。足元の悪い中、たくさんの方にお集まりいただき、大変光栄に思っております。

ご承知のように、国総研、平成13年に発足いたしまして、今年で15回目を迎えます講演会に来ていただきまして、大変ありがとうございます。

国総研は大正11年に、当時の内務省の試験所として発足いたしまして、土木研究所を経て、国総研という形になっております。いろいろな国土交通省の抱える技術的な問題について研究を行い、技術基準ですとか、技術の関係する政策の立案に寄与するという役割を担っております。

今年は、先日の鬼怒川の破堤を含む災害、水害がございましたし、そういった面での技術的な検討、今週月曜日には水管理・国土保全局のほうから答申案が出まして、粘り強い堤防にしていくとか、災害が発生したときに的確に避難していただけるような体制をつくっていくとか、そういったことに関しまして、いろいろな面から提言をいただき、その技術的な局面をどうしていくかというようなことを一つのテーマとして、今回の講演会を組み立てさせていただいております。

プログラムをご覧いただければおわかりいただけると思いますが、今年からセッションを分けさせていただきました。最初は、今、申し上げました防災・減災にかかわる技術、今ちょっと触れました「洪水危険度見える化プロジェクト」を初め、担当部長のほうから詳しくご説明をさせていただきます。

その後、維持管理でございます。維持管理は、笹子トンネルの事故を契機に、インフラの老朽化ということで点検を行い、的確な修繕をやっていかないと、長期的なインフラが維持できないだろうということで、PDCAサイクルをどのようにつくっていくのかということで、点検そのものも、どのような点に着目して、どのような頻度でやったらいいのかということ、これは政省令に位置づけましたけれども、それをつくるときの技術的な側面、あるいは実際に実行していく上で技術的な面、あるいは新しい技術、ICT等を活用して効率的に点検をしていく手法、そういったものの開発が非常に重要になってきております。

それと同時に、多くのインフラが県ですとか市町村が管理してございます。どうしても技術力に不安があるものですから、そうした技術的な支援ということ、国総研が中心になって取り組まなければいけないだろうということで、昨年、地方整備局の職員を転勤させて、うちの職員として活動いただき、ここで一定期間勉強していただいて、地方整備局に戻り、各地の自治体、あるいは地方整備局の職員に指導していただくというようなプログラムをつくりまして、そういった点検する人材育成というような面にも今後取り組んでいかなければいけないですし、一所懸命、取り組み始めたところでございます。

あと、セッションの最後にイノベーションということで、お昼から、石田先生にもイノベーションをテーマにご講演をいただくことにしております。我々の社会資本、これまでと異なってくる部分がたくさんあります。新しい技術がいろいろな分野で開発されておりますので、特にICTの分野をいかに活用して、効率的に行っていくか。あるいはこれまで以上に精度が高められないかとか、

いろいろなことが可能になってくるわけでございますので、技術革新だけではなくて、社会システムそのものもイノベーションしていく。そういったことで、何をやっていかないといけないのかというようなことも研究をしているところでございます。

そういったことをご紹介させていただきたいということで、本日、計画をさせていただきました。5 時までの長い時間でございますけれども、皆様のお役に立てればということで、本日はよろしくお願いいたします。

## 第2章 特別講演

### 社会・経済イノベーションを導く国土技術政策

筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授

石田 東生



## 第2章 【特別講演】社会・経済イノベーションを導く国土技術政策 (筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授 石田 東生)

### 《プロフィール》

- ・東京大学大学院修了後、東京工業大学助手、筑波大学講師、フィリピン大学客員教授、筑波大学教授を経て現職。  
筑波大学大学院 システム情報工学研究科 社会システム・マネジメント工学専攻長、筑波大学学長特別補佐、筑波大学 教育企画室室長を歴任。
- ・交通計画・国土計画・都市計画等を専門とする。
- ・社会資本整備審議会道路分科会臨時委員、社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会委員・国土幹線道路部会委員・事業評価部会委員、社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会委員、観光庁世界に誇れる広域観光周遊ルート検討委員会副座長、新道路技術会議委員長等を歴任。
- ・日本都市計画学会論文奨励賞、日本道路会議優秀論文賞を受賞。

### 平成27年度 国総研講演会 社会・経済イノベーションを 導く国土技術政策

2015.12.3  
筑波大学 社会工学域 教授  
(一財)日本みち研究所 理事長  
石田 東生



大層な紹介をいただきまして、ありがとうございます。筑波大学の石田でございます。国総研の講演会という晴れがましい席で、しかも、特別講演を仰せつかりまして、かなり緊張しておりますが、このお題で、社会・経済のイノベーションを導く国土技術政策ということで、しばらくの間、お付き合いをお願いしたいと思います。

午前中、最後の2つのご講演を拝聴いたしました。本当にすごい研究をたくさんやられていると思います。時間の関係上、紹介されたことはごく一部だとは思いますが、他にも、確実に本当に多数のご研究を進められていて、それが日本の国土を支える、豊かな美しい国土、あるいは我々の安全で安心で、かつ快適な暮らしを支えていられるということに感銘を受けまして、私もそれに負けないような話をさせていただきたいと思います。

### 自己紹介

石田東生(いしだはるお) 筑波大学 社会工学域 教授

略歴 1974 東京大学土木工学科卒業  
1982 筑波大学社会工学にて教員、現在に至る

専門 社会資本政策、交通政策、国土計画

#### 最近の興味

社会資本と国土政策、道路を活用した地域振興策、  
交通調査の新しい展開(ビッグデータ)、...

#### 主な社会活動

国土交通省 社会資本整備審議会道路分科会、交通政策審議会、その他  
観光庁 観光地域ブランド確立支援事業等検討会、その他  
経済産業省 産業構造審議会 専門委員  
環境省 中央環境審議会 専門委員  
内閣府 総合科学技術イノベーション会議 専門委員  
NPO法人 日本風景街道コミュニティ 代表理事  
一般社団法人「日本モビリティマネジメント会議(JCOMM)」 代表理事  
一般財団法人「日本みち研究所」 理事長

道路・交通が中心。今日の話も道路・交通が中心。

## 話の概要



- イノベーションとは？
  - 先端技術・ハイテクのイメージ
  - 社会資本とイノベーション
- 道路政策とイノベーション
  - 地域・経済・ひとを元気にする道路の活用
  - 政策・構想・整備・維持・更新の議論がイノベーションをもたらす
- イノベーションのさらなる高みを目指して
- 終わりに

今日のお話の内容ですが、私の考えるイノベーションを少しご披露したいと思います。

社会資本整備審議会の道路分科会を中心に、色々なところで皆さんと一緒に仕事をさせていただいております。専門が道路とか、交通とか、あるいは国土計画でありまして、国総研が対象にされておられる本当に広い分野のごく一部分しか、今日はお話しできないと思っておりますけれども、知ったかぶりをするよりも、限定した上で、その

狭い範囲でこんなふうを考えております、という話をさせていただきたいと思っております。道路政策が中心ですけれども、そこで私が見聞きしたり、あるいは関与させていただいたイノベーションについて報告をさせていただきたいというのが、2番目です。

3番目は、というものの、今、日本という国は色々な課題を抱えております。その中で社会資本政策が貢献できるイノベーションというのはいっぱいあって、そのさらなる高みを目指していくべきではないのかなと思っておりますので、3番目の部分は、かなり勝手な思い込みと、願望に基づいた議論ですけれども、皆様方と共有させていただければと思っております。

## イノベーション 1



- 日本語訳は「技術革新」
  - ICTやハイテクの分野の話で、道路は関係ない という印象
  - 1958年の経済白書で「技術革新」と訳された
- でも、イノベーションの初出はシュムペーター(J.A.Shumpeter 1883.2.8-1950.1.8)
- 「経済発展の理論(1911)」で新結合を提唱。そもそも**経済システムの革新と発展**の話
  - われわれの意味する**発展の形態と内容は新結合の遂行**(生産とはわれわれが利用するいろいろな物や力の結合)という定義によって与えられる
  - 五つの場合
    - 新しい財貨(生産物、サービス)の生産
    - 新しい生産方法
    - 新しい販路の開拓
    - 原料あるいは半製品の新しい供給源の獲得
    - 新しい組織の実現
  - **新結合**: 「みち」の結ぶ力はイノベーションの源泉の一つ
- イノベーションは技術革新だけではない、**社会・経済システムの改革**
  - そもそもタイトル(社会・経済イノベーション)がおかしい?
  - 社会・経済システムにとって道路は最重要な要素。無縁ではあり得ない。

イノベーションというのは何なのだろうかという、私自身も、ここにおられる皆様方の多くと同じように、土木屋です。土木とか社会資本というのを、何かイノベーションと非常に離れたところにあるかのような印象を持つ方が多いのではないのでしょうか、というところから話を始めます。

イノベーションを日本語で何と言うかとなると、技術革新と辞書を引くと出てまいります。これは、そもそも論で言いますと、1958年の経済白書で、これからの日本の大事になっていくところは技術革新である、そのような文脈で使われまして、イノベーションは技術革新である、そのような訳語が日本語の中に定着したと聞いております。


ですから、私も、多分、皆様方も同じだと思いますけれども、ICTとかハイテクの分野の話だろうと思っている人がかなり多いのではなからうかなと思います。道路とか、土木とか、社会資本というのは、あまり関係ないとの印象を持たれていると思います。

でも、イノベーションという言葉自体は使ってないですけども、この概念を最初に提唱したのが有名なシュムペーターという経済学者でありまして、代表作が『経済発展の理論』、1911年、今から約100年前に出された本ですけども、その中で「新結合」という概念を提唱しております。この新結合はどのような意味かといいますと、そもそも経済学者ですから、生産ということに非常に興味があったわけでした、我々が利用し得る、色々なものや力の結合というものが生産という価値を生み出

すということです。その新しい結合の形がイノベーションであり、それが経済発展をもたらすのだ、という主張を『経済発展の理論』の中でしております。具体的に新結合の5つの場合があるよという話をしております。

これは、新しい財貨ですね、生産物とかサービスの生産、新しい生産方法ですけれども、新しい販路の開拓とか、原料あるいは半製品の新しい供給源の獲得とか、新しい組織の実現ということでして、緑色のところは交通とか道路が密接不可分な状況です。したがって、そもそものシュムペーターのイノベーションでは、「みち」の結ぶ力はイノベーションの源泉の一つであると言い切ってもいいと思います。

また、イノベーションはハイテクの技術革新だけではなくて、社会・経済システムの改革そのものを示し、そこには社会資本は不可欠である。そのようなことで、我々はもっとイノベーションと社会とか経済システムの関係について、自信を持って言い切っても良いと最近思っております。これが前の国土交通大臣が強調されていたストック効果の考え方にも非常に密接につながっていくのではないかと思っております。

イノベーション 2	
<ul style="list-style-type: none"><li>クリステンセン(C.M.Christensen 1952.4.6- ハーバードビジネススクール)のイノベーション議論<ul style="list-style-type: none"><li>「イノベーションのジレンマ」、「破壊的イノベーション」</li><li>うまくいっているところからはイノベーションは出現しない(必要ないから)</li><li>新しく出現した破壊的技術(Disruptive Technology)によって市場はやがて独占される</li><li>実例<ul style="list-style-type: none"><li>メインフレーム (IBM) → ワークステーション (SUN) → PC</li><li>ステレオ(室内) → Walk Man (音楽シーンの新しい提案) → iPod(インターネット)</li></ul></li></ul></li><li>交通システムのイノベーション<ul style="list-style-type: none"><li>困っているところにイノベーションの芽が</li><li>交通システムとその活用、交通政策、計画、整備、維持、更新のプロセス、</li><li>道路という物理施設は、人や物の実在性・肉体的性があるのでそれほど変わらない?</li><li>しかし、その使い方・機能、本体や付属物の設計思想、政策策、計画、整備、維持、更新のプロセスは幾度も転換している</li><li><b>交通システムの活用と構想・計画・整備プロセスへの着目</b></li></ul></li></ul>	

2番目のイノベーションに関しては、クリステンセンさんという著名な学者がおられまして、今、ハーバードビジネススクールで教授をされておられます。この方が「イノベーションのジレンマ」とか「破壊的イノベーション」というふうな概念を提唱されておられます。うまくいっているところでは必要ないから、イノベーションなんて出でこず、そうではないような、全く何も無いところ、困っているところから新しい技術が出てきて、そ

れがいずれ、今、世の中を謳歌している技術を席卷して、新しい社会改革というものが起こっていくのだらうということです。この方が書かれた本の中では、半導体ビジネスの中でメインフレームからワークステーションからパソコンに行ったとか、あと、ソニーのウォークマンの例も挙げておりました。ウォークマンというのは単に機械だけではなくて、新しい音楽シーンの提案だったけれども、それがインターネットによって iPod に取ってかわられた、そんなことを描写しております。

とすると、交通システムのイノベーションというのは、困っているところにイノベーションの芽があるので、道路という物理施設は、その上を通る人間の体とか車両の大きさという肉体的あるいは物理的な存在としての意味がありますから、そんな大きなイノベーションというか、改革はないかもわかりませんが、使い方や機能や政策とか計画とかいうものについては、色々な意味でのイノベーションを実は体験しているのではないのかなということです。

## イノベーション 2



- クリステンセン(C.M.Christensen 1952.4.6- ハーバードビジネススクール)のイノベーション議論
  - 「イノベーションのジレンマ」、「破壊的イノベーション」
  - うまくいっているところからはイノベーションは出現しない(必要ないから)
  - 新しく出現した破壊的技術(Disruptive Technology)によって市場はやがて独占される
- 実例
  - メインフレーム (IBM)→ワークステーション (SUN)→PC
  - ステレオ(室内)→Walk Man(音楽シーンの新しい提案)→Ipod(インターネット)
- 交通システムのイノベーション
  - 困っているところにイノベーションの芽が
    - 交通システムとその活用、交通政策・計画・整備・維持・更新のプロセス、
  - 道路という物理施設は、人や物の実在性・肉体的性があるのでそれほど変わらない?
  - しかし、その使い方・機能、本体や付属物の設計思想、政策策・計画・整備・維持・更新のプロセスは幾度も転換している
  - **交通システムの活用と構想・計画・整備プロセスへの着目**

道路から少し離れまして、社会資本そのものの考え方がイノベーションを迎えつつあるのではないかと考えております。亡くなってしまいましたけれども、宇沢先生は社会的共通資本がこれから大事だとおっしゃっておりまして、豊かな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能にするような自然環境や社会的装置のことを社会的共通資本だとおっしゃっておられました。

具体的には、自然環境と直接的なハード施設である社会的インフラストラクチャーと、あと制度資本ですね。これは教育とか、医療とか、人材とか、ソーシャルキャピタルみたいなものを言っておられます。こうしてくると、社会資本政策というのは、もう全ての社会あるいは国のあり方、暮らしのあり方にかかわっておりますので、イノベーションは必須だろうと思います。

## 小さいが、始まり成果を上げつつある道路政策のイノベーション



道路活用のイノベーション  
シーニックバイウェイと道の駅

計画・政策プロセスのイノベーション  
PI、ビッグデータ

このような前振りをした上で、道路の分野でこんなイノベーションが始まっているとの、例を幾つかご紹介をしたいと思います。1つは、道路活用のイノベーションということで、日本風景街道、シーニックバイウェイと道の駅という話をさせていただきたいと思います。2番目は、計画とか政策プロセスのイノベーションということで、PI (パブリック・インボルブメント) とビッグデータの活用についてお話をさせていただきます。

## みちと道路のイノベーション



- **道路** 一般公衆の交通のために設けた地上の通路(広辞苑) **機能的・即物的**
- **みち**
  - 道 : 祭祀のために行進するみち。
  - 路 : 人や車馬の往来するところ。大きなみち。 **色々なみちと空間**
  - 軌 : わだちのみち。
  - 径 : こみち。
  - 衛 : 分かれみち、ちまた、まち。
  - 途 : 歩行するみち、みちすじ。 **信頼・プロセス**
  - 理 : 物事の基本的法則
  - 倫 : 人と人との関係、すじみち。
- 「**みち**→**道路**」への転換が自動車時代の道路政策
  - 機能的、目的合理的、効率的、...
  - 多様なあり方、楽しみ方、活用の模索中
  - 「**道路**→**みち**」への再転換の提案
  - これが経済・社会のイノベーションを創出するものでありたい

その前に、また道路の話になって恐縮ですがけれども、みちと道路と書いてありまして、私、若干違うのかなとっております。道路は、広辞苑によりますと、「一般公衆の交通のために設けた地上の通路」という無味乾燥な、でも、機能的な説明がしてあります。みちは、これは日本の昔からの言葉、大和言葉です。みちと訓読みする漢字が実はいっぱいありまして、これは、多分、漢字が日本国に——その当時は日本国という概念はなかつたですけれども、この地に入ってきたときに、ボキャブラリーが非常に限られていったので、この漢字もみち、あの漢字もみちと、ならざるを得なかったかなと思いますが、そのことを私は感謝したいなと思っております。



みち、道路の「道」は、祭祀のために行進するみち。「路」は、人や車馬の往来する大きなみちで、軌道の「軌」もみちと書きますし、哲学の小径の「径」もみちです。その下は「衢」、音読みするとガイと読むんですけども、みちが分かれたところを示します。みちが分かれたところは人が集まりますから、転じて、ちまたとかまち。色々なみちと空間を意味しております。あるいは途中の「途」は、みちすじですし、理科の「理」は、物事の基本的法則ですし、倫理の「倫」は、人と人との関係とかすじみちということですので、これは信頼とか、あるいは政策形成のプロセスのことも言っているとします。

そういたしますと、戦後のモータリゼーションに適用したみちから道路への転換がありましたが、これからは、実は、多様なあり方とか、楽しみ方とか、より安心で安全な、あるいは快適な暮らしということを考えて、道路からみちへの再転換の提案もぜひ考えていかなければならないと思っております。これが経済とか社会のイノベーションを創出する、あるいは導くものでぜひあって欲しいと、私は思っております。

地域・経済・ひと・自然を元気にする道路の活用 1

### Scenic Byway in USA

Blue Ridge Parkway  
 全長 800km  
 建設開始 1934年(ルーズベルトのニューディール)




とにかく山の中(沿道は国立公園で立地不可能)したがって、**日本的B/Cはゼロ**

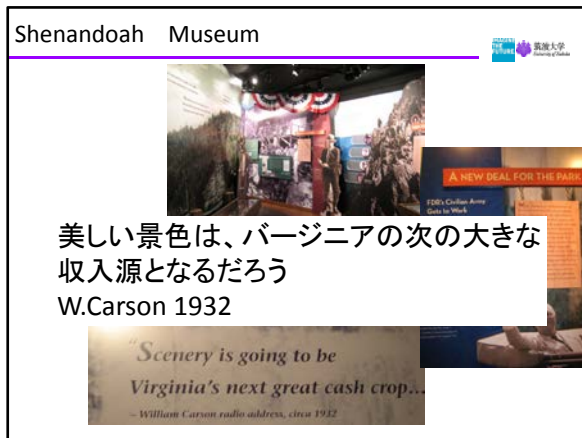
そのような中で、外国の例から始めさせていただきます。これは、アメリカで一番のシーニックバイウェイというものです。ブルーリッジパークウェイということにありまして、国立公園の中の尾根を延々800 kmにわたってつくられたものです。

これ、実は、ルーズベルトのニューディールによってつくられたものです。沿道に何もなく、山林だけですから、時間節約とか、交通事故減少とか、道路の3便益で計測されるような便益はゼロです。

### Blue Ridge Parkway



したがって、日本的 B/C はゼロですので、このようなプロジェクトは日本では成立するわけもないですけども、このような森の中を縫って行って、非常にドライブが楽しいし、国立公園の中ですから、色々な見どころもあります。

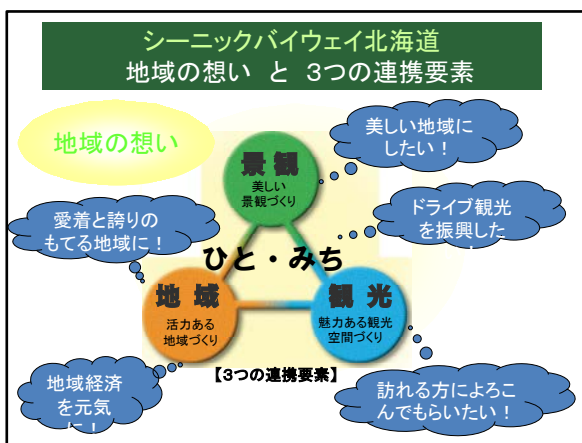


後でご説明しますが、その中のビジターセンターの中のミュージアムでは、このシーニックバイウェイの歴史等についての展示があります。ルーズベルトさんがニューディールで整備したと解説するコーナーがあったり、おもしろい表現を見ました。これ、英語ですので、訳しますと、カーソンさんというのは1932年当時のバージニア州の州知事さんです。この方がラジオで、美しい景色はバージニアの次の大きな収入源となるだろ

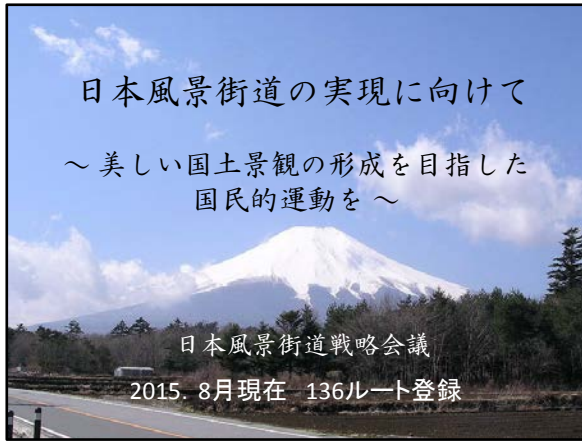
う。ただ、失業対策で公共事業のフロー効果をやっていたというふうに我々はニューディールという思いがちですが、実はそうではなくて、観光とか美しい景色というのが将来へ向けた投資だったということがこの言葉からわかりまして、私は非常に感銘を受けました。



現在、ブルーリッジパークウェイは、年間で平均 2,000 万人の旅行者が訪れるような一大観光スポットになっておりまして、経済効果が22億ドルぐらいあるということです。このようなことこそ、ある種のイノベーションだと思います。



これのまねではありませんけれども、北海道でシーニックバイウェイ北海道を始めました。美しい景観づくりを観光にどう結びつけていくか。そのような運動に参加をする、あるいは訪れる人々と色々なコミュニケーションを通して地域の人が、そして地域が元気になっていくという、そのような思いで始めました。それが日本風景街道になりました。



美しい国土景観の形成を目指した国民的運動を始めようとのことで、7~8年前に戦略会議があり、2015年8月現在で全国136ルートが登録されています。

このようなことをやっけていて、色々なところでおもしろい成果を得ておりますので、そのほんの一端ですがお披露目いたします。

地域・経済・ひと・自然を元気にする道路の活用 3  
**海外からのドライブ旅行の誘致**

2005年からシーニックバイウェイ北海道がシンガポールのプライムトラベル社と連携して開始

シーニックバイウェイ北海道の活動の一環  
 当初は危惧する声も  
 交通ルールの違いによる事故  
 不馴れ不案内による事故  
 客が集まるか

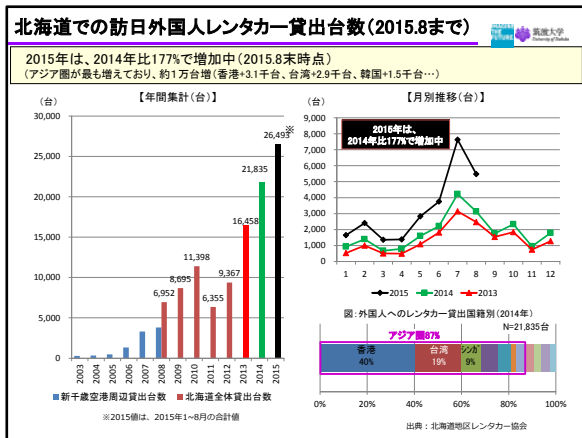
そこでカーナビの活用  
 マップコードの活用と  
 ガイドブックの充実

大きな事故もなく  
 非常に好評

2015年で10周年  
 かつ全国に展開 FITIに大きな影響

今、インバウンド観光があちこちでホットなニュースになっていますが、2005年からシーニックバイウェイ北海道では、シンガポールの旅行会社と提携をいたしました。シンガポールは島国で、車を運転するのにロードプライシングでお金がかかる。車を購入するときの税金も非常に大変ですので、運転したいという欲求が非常に強くあります。

そのため、北海道に来て運転してみませんかという、そのようなツアーを企画しました。当初は、交通ルールが違うし、外人さんだから、事故を起こして危ないのではないかということいろいろ心配しましたけれども、おかげさまで大好評です。これが10年間続いておまして、2015年10月初めに10周年を北海道でやりまして、かつ、全国にも展開しました。海外からの個人の旅行者のビヘービアに大きな影響を及ぼしているし、東京ダイヤモンドルートだけではなくて、二次交通の不便な地方部のインバウンド対応としても注目を浴びている。



それが一つの例で、北海道で外国人のレンタカー貸出数がこんなふう急増しているということです。何でもかんでもシーニックバイウェイ北海道の貢献だというつもりはありませんけれども、そのようなフロンティアを広げた、そのような価値はあったのだらうと思います。

### 案内 鳥取道と沿線の取り組み

**鳥取自動車道**  
 全長90km  
 新直轄方式による無料の高速道路  
 2013年度中に全通予定

コスト縮減に全力  
 休憩施設・GSはない  
 ドライバーにとっての問題

沿線の活性化が課題  
 開道区間の道の駅の売り上げ減少  
 隠れた資源(宿場・溪谷・歴史)の活用  
 風景街道的手法の導入

そこで、地域と道路の連携  
**道の駅、GS、観光**  
 道路管理者 案内標識  
 地域 連携、協働

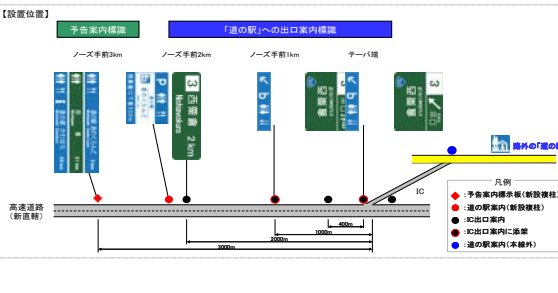


2番目の例です。これも道路の施策で申しわけありませんけれども、中国自動車道から鳥取を結ぶ鳥取自動車道というところでの社会実験の例です。全長が90kmでして、最初に設計が始まった新直轄の道路です。コスト縮減に全力を挙げた設計をした道路でして、休憩施設はありません。ガソリンスタンドもない。これはドライバーにとっての大きな問題です。

### 道の駅への案内表示改善

【設置位置】

- 予合案内標識
- 「道の駅」への出口案内標識
- ノーズ手前3km
- ノーズ手前2km
- ノーズ手前1km
- サークル



凡例

- 予合案内標識(新設標識)
- 「道の駅」への出口案内標識(新設標識)
- 出口案内
- 出口案内に高層
- 道の駅案内(本線外)

その反面、地域にとっても、例えば開通した区間の中に道の駅が3つぐらいありますが、道の駅の売上が非常に減少しました。そこで何とか高速道路と地域のいい関係をつくり上げられないかということで、隠れた資源を活用したり、あるいは道の駅にお休み場所として寄りませんか、具体的には、案内標識をつくっていただいたという社会実験です。

それで、地域のいい観光スポットとかを出していただくのに、上から目線で、道路管理者がここここを案内するんだという、なかなか色々ところでハレーションが起きますので、これは地域の活動団体の方々に集まっていただいて選定をしていただきました。

### 道の駅への案内表示改善 道の駅 清流茶屋かわはら

河原IC周辺の配置計画(上り)



道の駅案内標識(ノーズ手前3km(上り))

道の駅出口案内標識(ノーズ手前2km(上り))

道の駅出口案内標識(ノーズ手前1km(上り))

道の駅案内標識(一般道) 出口

これは道の駅の案内表示です。しばらく行くと道の駅があり、パーキングとトイレと食事できますと、ブルーの案内表示をつくっていただきました。

具体的なイメージはこちらです。これにより、道の駅への誘導を図り、休憩していただいたり、トイレも済ませていただいたり、できれば買い物もしていただくということです。

**充実した情報提供** 清流茶屋 かわはら(鳥取県鳥取市)



ハイテクでなくとも  
スタッフの気持ちが通じる情報提供

ゆったりしたスペース

拡大すると  
方面別  
距離別に

パンフレットも整理されて

道の駅でもタイアップをして、案内提供、情報提供を充実しようということでありまして、後で話しますけれども、最近、道の駅は非常に好評です。多くのスペースが地域の農産物の販売に充てられていますが、ここは比較的ゆったりしたスペースで地域案内をいろいろ充実されています。

パンフレットもほったらかしという道の駅が結構ありますが、ここは方面別かつ距離帯別に分けられて、非常に整理がなされておりまして、ハ

イテクでなくても、スタッフの細かな気持ちが通じる情報提供がなされ、好評と思っております。

**道の駅を目指したい姿の一つ BRPビジターセンター**



**多種多様な高度なサービス**

休憩	トイレ、食事
地域情報	パンフレット、地図
博物館機能	歴史・自然・環境
物販	土産だけでなく、図書・ガイドブックも充実
ツアー案内	ガイドツアー、ハイキング・サイクリング

またアメリカのことですけれども、先ほどのブルーリッジパークウェイのビジターセンターです。こちらは内部です。ここでは、当然、トイレとか食事等の休憩ができます。パンフレット、地図も充実しております。先ほど、ご覧いただいたような博物館機能、この地域の歴史とか自然とか環境がわかるような展示もなされております。

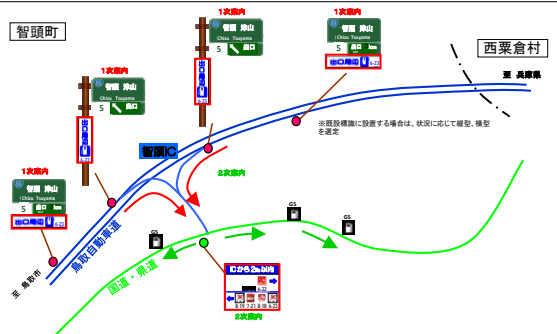
物販も結構あり、土産物だけではなく、驚くことに大学の教科書あるいは専門書に近いような

本も売っております。実際、私、このビジターセンターでニューディールのときにルーズベルトがこんな政策をやりました、あんな政策をやりましたという本とか、このような国立公園の中にある道路の設計図書、ジョンホプキンス大学という結構名門の大学の出版会が出したような本もありました。重いのでどうしようかなと思いましたが、重いけれども担いで帰ってきました。

あとは、ここを起点にしたガイドツアーとかハイキングとかサイクリングの機能もありまして、これは道の駅の今後の目指したい姿の一つかなと思います。

**ガソリンスタンド案内看板の試行**

◆智頭には鳥取道の中央付近に位置し、その周辺でガスも発生しているため、利用者サービスと交通安全の確保の観点からガソリンスタンドを案内。  
◆市民一体となったきめ細かい案内サイン(GS各社ロゴマークを表示)を設置し、今後の道路施設の維持管理のあり方等についても検討。



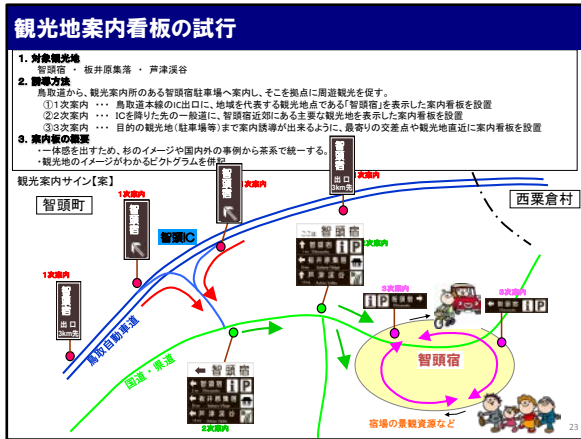
智頭町 西栗倉村

鳥取自動車道 国道・県道

1次案内 2次案内

※既設構造物に設置する場合は、状況に応じて縦型、横型を選定

道の駅だけではなく、ガソリンスタンドの案内看板も置きました。新直轄を走っておりますと、ここから先 80 km、ガソリンスタンドはありませんとよく見ます。では、どうすればいいんだということの親切さが足りないのでは、本線上にはガソリンスタンドのマークしか出せなかったんですけれども、地域の幹線道路の出入り口には道路敷にロゴマークも入れていただくようなことを、難しいながらも、実施していただき感謝しております。



それにとどまらず、智頭宿という杉で栄えた立派な街道宿がありますが、その観光案内も行いました。載せるべき内容をどうしたかという、先ほど申しましたように、地域の活動団体の方に協議していただき、本当にその地域からの情報ということで載せていただきました。

### 道の駅の出発

- 発端
  - 1990.2の中国地域づくり交流会で参加者から「道路に駅があっても良い」との提案
  - その後、中国地域において急速に具体化
- 社会実験 プレハブとテントから始まった
  - 1991.10から1992.4にかけて山口、岐阜、栃木において社会実験
  - 24時間のトイレ、公衆電話、駐車場の3要件を満たす
- 登録開始
  - 1993年に103駅でスタート
  - 現在(2015.11) 1079駅に

写真 国土交通省提供

道の駅の出発です。私が聞いている範囲の話で、不足があるかと思いますが、次のように伺っております。1990年2月に中国地整の中で地域づくり交流会があり、そこに参加をされる方がかなり長い距離を自分の車で運転して参加された。ところが、お腹の調子が悪くて、トイレ探しに非常に苦労されたと、トイレは切実な問題であったわけです。そこで、地域づくり交流会で、道路に駅があってもいいのではないかとの話で、急

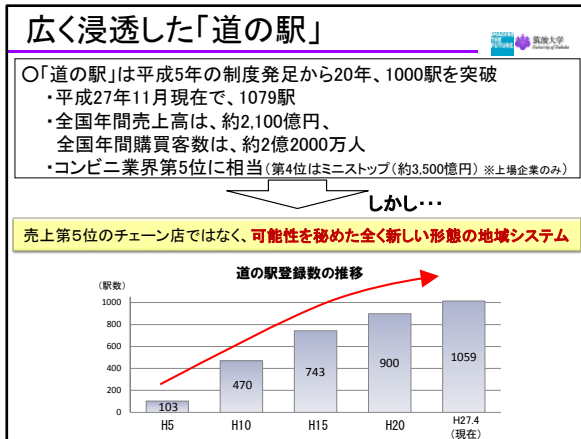
速に具体化され、1年半後ぐらいには、山口、岐阜、栃木において社会実験が行われました。

サイトの昔の写真ですけれども、プレハブとテントから始まったと書いてあります。こんなところから始まったわけです。それで、24時間のトイレ、公衆電話、駐車場の3要件を満たしていれば認定することとすることで、その後、各地域、地域の工夫とか特色の活用とかということが功を奏して、1993年に103駅でスタートしました道の駅は、現在は1,079駅に急成長をしてあります。

### 「道の駅」の目的と機能

- 「道の駅」の目的**
  - 道路利用者への安全で快適な道路交通環境の提供
  - 地域の振興に寄与
- 「道の駅」の機能**
  - 休憩機能**：24時間、無料で利用できる駐車場・トイレ
  - 情報発信機能**：道路情報、地域の観光情報、緊急医療情報などを提供
  - 地域連携機能**：文化教養施設、観光レクリエーション施設などの地域振興施設
- 「道の駅」の基本コンセプト**
  - 地域とともにつくる個性豊かなにぎわいの場
  - 休憩機能
  - 情報発信機能
  - 地域連携機能
  - 災害時は、防災機能を発現

休憩と情報発信と地域連携機能をやる。最近では、中越地震以降、災害地の拠点としての機能も着目されまして、それが東日本大震災によってさらに確認されたわけです。地域とともに個性豊かな賑わいの場をつくらうということで、成功しています。



登録数も増えてありますし、年間の売上高は2,000億円を超えているということです。これは、何でもコンビニ業界の第5位に相当するそうですが、このような物販の金額ではなくて、可能性を秘めた、全く新しい形態の地域システムであろうと考えております。

### 第7回 日本マーケティング大賞受賞 2015.4

受賞理由:

旅行者、地域住民、農産物生産者、地方自治体、道路管理者(国土交通省など)の**すべてが連携した新たなビジネスモデル**である。

「道の駅」は地域の活性化に欠かせない**社会インフラ**となっており、観光客の集客や雇用機会の創出など今や「**地方創生**」の**新たな舞台**として注目を集めている。

**可能性を秘めた全く新しい形態の地域システムであることが評価さらに今後に期待**

そのことが評価され、2015年4月に日本マーケティング大賞を受賞しました。このときの奨励賞「妖怪ウォッチ」とかLINEを差し置いての大賞受賞ですので、社会的な関心や価値は相当大きいと思います。その受賞理由は、旅行者、地域住民、農産物の生産者、地方自治体、道路管理者の全てが連携した新たなビジネスモデルであり、新たな社会インフラであり、地方創生の新たな舞台であり、可能性を秘めた全く新しい形態の地域システム

ムであるということだと考えられています。

### 担当大臣からの熱い支持と期待

2015.2.26 重点「道の駅」選定証授与式・交流会 におけるスピーチ

太田昭宏 前国土交通大臣  
右手に観光、左手に道の駅

<http://www.tyoko-net.co.jp/?p=4227>

石破茂 地方創生担当大臣  
道の駅は地方創生の強力な武器

<https://www.jimin.jp/activity/column/117888.html>

これは、2015年2月に、道の駅にもう少し重点的なご支援を申し上げますということで、重点「道の駅」の選定証授与式を挙行了ところ、太田大臣はもちろん、石破地方創生担当大臣もお見えいただいて、スピーチをいただきました。その中で太田大臣は「右手に観光、左手に道の駅」と、石破大臣は、道の駅は地方創生の強力な武器であるとおっしゃいました。

## 「道の駅」のこれまでの成果 私なりの総括



- 「道の駅」の認知が国民的レベルに
- 自治体(首長)の地域経営戦略に
- 大きな経済効果
  - 販売額
  - 新たな地場産業・雇用創出
- そして何より、**人の気持ちが変わった**
  - やる気と元気、自信、明るさ

これらを総動員してさらに

**明るい未来と元気な地域を  
これがイノベーション**

道の駅のこれまでの成果を私なりに総括いたしますと、道の駅の認知は、もう今や国民的レベルに到達していると言っても過言ではないと思います。しかも、色々な自治体、熱心な首長さんの地域経営戦略の一つに位置づけられるようになっております。そのような理由でうまく成功していると思います。経済効果があり、雇用創出にも貢献しています。

さらに、私はむしろ人の気持ちが変わったとの効果が非常に大きいと思っております。首長さんはじめ道の駅の駅長さん、あるいは道の駅に自分の丹精込めて育てたものを出荷して下さっている地域のお父さん、お母さん方が、やる気と元気、自信と明るさを本当に持てるようになったと思います。このような力、明るさ、希望といったものを中心に、地域の小さな拠点としてさらに飛躍できる状況にあらうかと思っておりますし、それこそが、今、地方創生に求められているイノベーションではないかと思っております、いかがでしょうか。

## 小括



- 低予算プロジェクトだが、「みちの活用」「地域発想」「地方創生」の礎となり、地域社会・経済のイノベーションをもたらすプロジェクトは着実・確実に進展。加速化が課題
- そのために、
- 道の駅の連携、風景街道や観光政策との協働も

低予算プロジェクトですが、みちの活用とか、地域発想とか、地方創生の礎となるようなシーニックバイウェイとか道の駅の話をしてあります。着実、確実に進展をしていますが、日本が置かれている厳しい状況を思い浮かべますと、加速化が課題と思います。そのために色々なことを考える必要があると思います。

## 政策・計画プロセスのイノベーション



- PI(Public Involvement)と協働型道路維持
- ビッグデータと計画・政策プロセス


2 番目の道路発のイノベーションの話です。PIと協働型道路維持、ビッグデータという話をさせていただきます。



道路の挑戦とイノベーション 1  
PI 政策形成過程の改革

コミュニケーション型道路行政

1996以前	権利者との対話、まちづくり(狭域)
1996	キックオフレポート(PI)、未知普請、街道交流会議
2000頃	モビリティマネジメント試行
2002	シーニックハイウェイ北海道
2003	日本風景街道



キックオフレポート  
我が国最初の大規模パブリックコメント事業

事業への適用も(東京外環、福岡空港、等多数)  
法改正にも  
河川法(1997)、土地収用法(2001)、  
社会資本整備重点化法(2003)

私も参加をさせていただきましたけれども、1996年に策定いたしましたキックオフレポートの表紙です。この当時、道路は巨額の投資をしておりました。今は当時に比べると5割ぐらいに減ってしまったのかなとも思います。そのような巨額の投資をしていましたので、世論等の反発やマスコミ等の批判的記事が非常に多くありました。

そのようなこともあり、当時は道路審議会でありましたけれども、「あなたの声からはじまる道

づくり」として、これから始まるということでキックオフレポートというものをしました。今から思うと、我が国で最初の大規模なパブリックコメント事業だと思っております。このことが色々なところにも波及的効果を及ぼしております、例えば河川法の改正とか、土地収用法とか、社会資本整備の重点化法の中で、地域とともにとか、考えながら、といったことが一つベースラインとして定まったようにも思います。

PIの実践(東京外環オープンハウス)

成果  
40年間凍結状態が  
続いた外環の自然解凍  
に成功  
円滑・短期間の都市計画変更  
円滑な事業化と用地買収



社会資本政策検討プロセスの改革 **大きなイノベーション**

これは、それを受けて、今、工事が始まりましたけれども、40年間ぐらい塩漬けになっておりました東京外環でのオープンハウスのものです。これは、40年間続いた凍結状態が自然解凍できたのではないかと、参加させていただいた者として思います。そのことが、東京外環というのは高架から地下への都市計画の変更を伴ったわけですが、その都市計画変更決定に要した時間が1年足らずということで、非常にスピーディーな、かつ

円満な計画変更ができましたし、その後の用地買収等にも効果を及ぼしているとも思います。で、このことは大きなイノベーションであると言い切ってもいいと思います。

道路の挑戦とイノベーション  
地域力を活用した持続可能な道路景観管理



【背景】  
○道路から見る雄大な富士山は、観光客の来訪目的のひとつ  
○道路の維持管理予算が減少  
○道路脇には草木が繁茂  
○世界文化遺産・富士山にふさわしい景観管理が困難

↓

【地域では】  
○人口減少、住民団体の高齢化  
○国道はコミュニティとは縁が薄い  
○無償ボランティアでは活動の持続性に限界

↓

持続的な景観管理に向けた新しい仕組みが必要



美しい富士山も、歩道も

資料提供 富士山裾野高原景観管理協議会

あるいはこれは最近始まった例ですけれども、直轄国道が富士山を取り巻くようにありまして、維持管理費用、特に草刈りにあまりお金がかけられなくなりました。歩道も富士山も見えなくなっていて、これを何とかするべく、富士山の周りで、「ぐるり富士山風景街道」という、持続的な景観管理に向けた新しい仕組みが必要だろうということで始めていただいたものです。

## 持続可能性のための3つの工夫

- ヒューマンファンド  
地域の力を活用した景観管理・来訪者による清掃活動
- テクノロジーファンド  
牧畜業・林業・地域建設業の地域の技術力の活用
- マネーファンド  
道路空間を活用した資金開発(マルシェ、・・・)  
民間業者と連携した資金開発(クラウドファンディング、来訪者による寄付、・・・)



住民の中で「建設業従事者」が作業方法や安全対策などの道具、操作方法などを指導

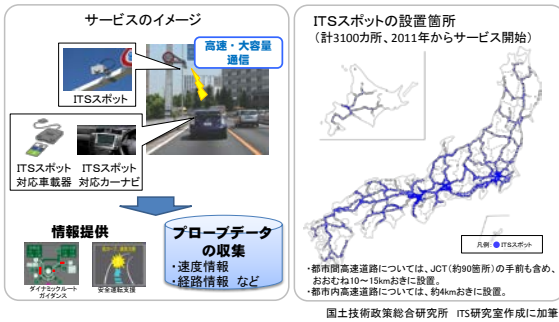
資料提供 富士山朝霧高原景観管理協議会

この地域、牧草とか山林とかがありまして、重機のオペレーション、草刈り、芝刈機のオペレーションをできる方がおられますので、そのような方が中心に、「ヒューマンファンド」と言っておりますけれども、地域の力を活用した景観管理を何とか、業としてなされている方から安全でいい草刈りの仕方を学ぶとか、あるいは来て楽しんでいただきながら、貢献していただくなど、マネーファンドを始めていただいています。

これも、道路の大切さ、地域と連携した政策の進め方、維持管理の進め方が認められ、まだ発展中ではありますけれども、結実してきており、これも新しいイノベーションだと思います。

## 道路の挑戦とイノベーション 3 ETC2.0とビッグデータ

### 道路から始まるハイテク・ICTのイノベーション



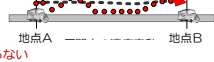
これから話ががらっと変わります、ビッグデータの話です。私の後で伊藤部長がETC2.0の話がされますので、簡単にしたいと思いますけれども、とにかくデータがたくさん入ってきますして、それをどう使うかということです。

## 道路プローブの概要

- 道路プローブとは、ITSスポットを通して収集される経路情報をもとに集計・提供されるデータ (現在、ITSスポット対応車載器は40万台)

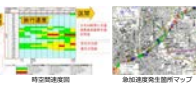
### ITS 通過時に収集される車載器蓄積データ

1. 車両の200m毎の位置・時刻 (約80km分)
2. 車両の前後・左右加速度、ヨー角速度
3. 車両情報 (自動車の種別・用途等)
4. エンジン・オンオフの前後500mはデータとらない



### 匿名化した経路情報の活用

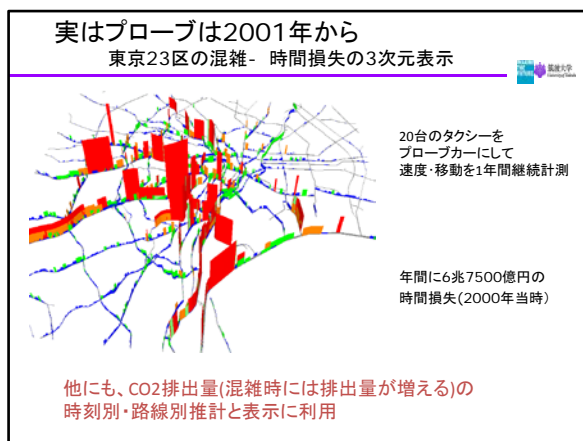
- 道路管理への活用
  - 区間旅行速度等の統計値の算出
  - 新規供用区間の整備効果の把握
  - 急加速度発生箇所の把握 等



### 利用者の同意を得て個車特定した経路情報の活用

- 渋滞等を迂回する経路を走行したドライバーを優遇する措置
- 特車の経路確認と許可の弾力化
- 商用車の運行管理支援 ※ 今後展開する予定のサービス





実は、プローブ化は非常に古くからあり、これも参加させていただきましたが、10年以上前から東京のタクシープローブに注目しておりました。タクシーは1日の走行距離が長く、ODも、経路も結構ランダム性が強いので、プローブとしてふさわしいとのことで、20台のタクシーをプローブ管理して、1年間継続計測をし、三次元の渋滞マップやCO<sub>2</sub>の排出量が詳しくわかったり、おもしろく感じました。

交通政策・計画論の新たな展開と  
ビッグデータへの期待

交通政策の新たな展開

- 横** 交通政策と都市政策・産業政策との融合
- 縦** 交通政策—交通計画—交通運用の融合
- 斜** 市民・ユーザーの理解・支持・協働

このようなふうにデータはますますたくさんとれるようになってまいります。そのようなことを考えた上で、交通政策・計画論の新たな展開とビッグデータの期待ということで、私なりに少しした提案をさせていただきたいと思います。

交通政策の新たな展開ということで、横、縦、斜と書いてあります。横というのは何かというと、交通だけの分野からもっと色々なところに連携の環を広げましょうということでありまして、都市

政策・産業政策との融合を図っていく。その融合を図る手だてがデータだろうと思います。縦は、交通政策—交通計画—交通運用という、大学の研究者の間でもそれなりの守備範囲が定まっているようではあるんですけども、そこも消えていくのではなかろうかなと思っております。斜は何かというと、市民とかユーザーの理解とか、支持とか、協働ということを考えないとだめだろう。そのような色々な課題とか成果とか効果の、あるいは参加してくださった方の貢献が見える形にしないとだめで、そのためにビッグデータというのは非常に価値があるのではないかと考えております。

横の展開  
交通政策と都市政策・産業政策の融合

- 新しいキーワード
  - 成長管理
  - 交通まちづくり・TOD
  - 都心活性化と公共交通
  - 低炭素社会
  - 観光地域づくり
  - 都市経営と交通
  - 健康都市
  - 全員参加社会
  - ロジスティックス
  - 防災・減災・耐災
  - BCP/CCP

都市計画と交通計画の融合

中心市街地活性化と交通  
交通と環境(CO<sub>2</sub>)  
観光産業と都市・交通計画

歩いて健康に、そのためのまちづくり

産業と交通(立地、生産、・・・)  
強化のための交通・リダンダンシー

都市政策・産業政策からの交通への注目 役割・影響力  
交通システムの成立性・運用からみた都市政策・産業政策

横の展開です。色々なキーワードがあります。成長管理、交通まちづくりとか、都心活性化とか、低炭素社会とか、観光地域づくりとか、歩いて暮らしたほうが健康になるというので健康都市とか、ロジスティックスとか、防災・減災・耐災とか、ビジネス・コンティニューエーション・プランとか、いっぱいあります。これはすべて、都市計画と交通計画の融合、中心市街地活性化、観光産業とか、健康とか、産業と交通ということで、本

当に色々なところとの連携を図らないと成り立たなくなっているというのが交通だと思います。

都市政策・産業政策から交通への注目が非常に高まっておりますし、その分、役割とか影響力も増しているだろうと思います。そのようなことを考えますと、交通システムの成立性とか運用から見た都市政策とか産業政策という、このような問題の立て方もあり得るだろうと思っております、我々はこのような市や、あるいは対象範囲の拡大をどう図っていくか。そのようなことをきちんと実証する、それこそストック効果として実証する、可能性として実証するためには、今持っている手段では少し不十分かな。そこで、ビッグデータへの期待が高まっているところです。

**縦の展開**  
**交通政策—交通計画—交通運用の融合**

交通政策	内容 考え方の例示	大学における担い手
交通政策	政策と制度 制度 支援制度、税・料金 政策 重点領域、審議会、	シニア もう数学をしたくない人？
交通計画	施設計画 需要予測 F/S	数学モデル 需要予測方法論 交通行動分析 環境、その他への影響分析
交通運用	日々のオペレーション LOS計測	数学モデル 交通流分析 データ収集とデータベース

政策—計画—運用の垣根がビッグデータによって消滅？  
 公共交通(バス)、航空、道路の例

縦の展開。交通政策—交通計画—交通運用ということ。交通運用というと、数学モデルとか、交通流分析とかデータ収集とかデータベースでありまして、交通政策は、シニア、もう数学をしたくない人、私のことですがけれども、そのような、それとない役割分担があるように思います。考えてみると、日々の運用からわかることを政策に展開をしていく、そこで初めて市民の皆さん、国民の皆さんからの共感と支持を得られるのではな

らうかとも思います。それとなく、日々のオペレーションとか交通計画は施設計画で、需要予測とかフィージビリティスタディで、交通政策は政策と制度で、というふうなことの切り分けがあるようだけれども、そのようなところが消えていくのだろうとも思います。

**斜の展開**  
**市民・ユーザー・事業者の理解・支持・協働**

- 様々なステークホルダーとのコミュニケーション  
 - そのためにもデータとその見える化
- 良くなることを実感してもらう  
 - 過去のプロジェクトやストック効果の見える化  
 - これからの政策・施策の丁寧な分かりやすい説明
  - 公共交通のサービスに留まらない幅広い関心領域の存在
  - ポジション別の表現
    - ユーザー、市民、事業者、首長、……
- 良くなるためにすべきこと、してほしいことの明示
  - 負担のお願いとVFMの明示
  - モビリティ・マネジメントでの経験からいうと市民や事業者は協力してくれる
  - 個人情報での展開がビッグデータ活用の鍵

斜の展開と書いてありますのは、市民とか、ユーザーとか、事業者の理解とか、支持とか、コラボレーションです。言うまでもなく、交通に携わる方、あるいは社会資本政策に携わる方、あるいは暮らしていただける方、働いていただける方、商売されている方、さまざまです。そのようなさまざまなステークホルダーがおられる中で、我々は色々な方とコミュニケーションをとっていかねばならない。そのためにも、データと、その見え

る化に本当に心を砕いていかないと、専門家の中だけで話をしているような問題ではないと思います。今日、この講演会も、私、2つしか聞いておりませんが、非常にわかりやすい説明をしてくださって、このような努力は今後ますます必要になるだろうし、ますます加速しなければならないだろうと思います。

何をするかという、よくなることを実感してもらう。過去のプロジェクトやストック効果の見える化をする。わかりやすい説明をするということですし、そのためには、よくなるためにすべきこと、してほしいことも明示をしないとイケない。例えば負担のお願いをこれからきちんと我々としてはしなくてはならないこともあります。そのためにも、VFM と書いてありますけれども、そのような負担はきちんと価値がある、金銭的価値がある、私の暮らしにとっていいということを実感していただ

けるような、そのような説明の仕方が必要ということです。

モビリティマネジメントというのは市民の皆さんが本当に課題を認識してくださって、自分ができることの効果を実感していただければ、自発的に行動を変容していただけるだろうというふうなコミュニケーション技法です。日本でもかなり進んでまいりました。少し難しいなということでも、丁寧に説明をすると、市民の皆さんはかなりの割合で協力していただける。私、もう 10 年近くこの活動をしておりますけれども、そのような中で得た実感です。その延長線上にビッグデータという、個人情報との問題が非常に大きな課題として残されておりますけれども、そのこともクリアできるのかなとも思っております。

### ビッグデータへの期待と課題

- **横展開 分野の広がり・連携・融合**
  - 従来の考え方と方法・データでは無理
  - 多種多様なデータのデータ・マイニング的分析
  - そこでの専門家のコミュニケーションに資するデータのあり方と見方
- **縦展開 従来の計画の思想の変更**
  - 政策・計画・運用情報・データの再整理
    - 重層的モニタリングと多様な時間間隔
    - 専門知識の再構築
  - 政策-計画-運用プロセス論の見直しとKPI
- **斜展開 効果の皮膚感覚実感・見える化**
  - PI、コミュニケーション活動の一体化
  - わかりやすさ、変化・趨勢の見える化
  - 個人と社会システムとのつながり

それで、ビッグデータ、色々な横展開、縦展開がありますし、市民の方の支持を取りつける、効果の皮膚感覚実感とかと書いてありますが、見える化ができる。それが道路、社会資本、あるいは河川の世界で PI が非常に活発に行われておりましたけれども、さらにその PI とかコミュニケーション活動の一体化がなされていくだろう。そのような延長線上に、ともすれば切り離されがちな個人と社会システムのつながりをもう一度お考えいた

だく、そのようなチャンスにもつながっていくのだろうと思います。

### イノベーションのさらなる高みを目指して

- **今の日本を支えている重要なインフラ**
  - 新幹線 十河信二、島秀雄(←後藤新平)
  - 首都高 山田正男
  - 高速道路 建設省道路技術者(ワトキンス調査団)
  - 港湾と貿易立国 戦後の港湾技術者
- **完成しつつある。**
- **次の日本のイノベーションをリードし、支えるプロジェクトの再発見・創出と人材の育成**

ここからは少し夢のような話でして、結構勝手なことを言わせていただきたいと思います。イノベーションのさらなる高みを目指して、です。

今の日本を支えている重要なインフラということで、新幹線、首都高と高速道路、港湾があります。これはいずれも今の日本の社会・経済システムに大きな変革、イノベーションをもたらしたと思います。

新幹線で申し上げますと、強力に推進されたのは、当時の国鉄総裁の十河信二さんと技師長の島秀雄さんです。十河信二さんは、皆さんもご存じの、有名な後藤新平が鉄道院の総裁をしていたときの会計課長です。そのときの機械技術者として、弾丸列車計画を推進した島安次郎さんという人の息子さんが島秀雄さんであります。それで、新幹線も実際に計画が構想されておりましたのは、60年とか65年ぐらい前です。

首都高は、首都高に移られた山田正男さんとか、その少し年次的には上の都市計画家の石川栄耀さんなどが、戦時中から今の都市高速道路の構想をされておられました。

高速道路です。これは、建設省の道路技術者が中心になって招聘をした、有名なワトキンス調査団ですか、レポートは 1956 年に出ておりますけれども、そのころに、これから日本の道路網、高速道

路網であるというふうなことが提案されたわけです。これも 60 年以上前です。

港湾も、港湾を整備して安い運賃で原材料を持ってきて、そこで工業団地、工業用水等、色々なインフラ整備をして、加工貿易をしようという技術立国を定めたのが、やはり戦後の港湾技術者を中心とするグループです。これも 60 年、65 年前の話です。

このようなインフラが、老朽化しているのも事実ですが、今の日本の経済システムなり社会システムの重要なことを支えています。ところが、これらは今、完成しつつあるわけで、物によっては完成してしまったものもあろうかと思えます。そうしますと、次の日本のイノベーションをリードし支えていくプロジェクトを持っているかという、実は、あまりないのではないように思います。

これは、実は、ヒントは中村英夫先生にいただきました。これからちゃんと考えていかないと、次の世代、その次の世代、日本の新たな形、そこを支える人材の育成が非常に心もとないなと思えます。

そこで、残り数分ですけれども、勝手な思い込みをこれから披露させていただきます。グローバル化、アジア連携というのはどなたもおっしゃることです。

素人ですが、国際交通  
グローバル化、アジア連携と交通イノベーション

例1 国際コンテナ航路の日本パッシング

北米航路路線の変化  
1998年時点の北米航路  
100万TEU/年  
500万TEU/年

北米航路路線の変化  
2008年時点の北米航路  
100万TEU/年  
500万TEU/年

加速する日本パッシング  
釜山・高雄の活用は安全保障上、大丈夫か？  
なすべきプロジェクトは？

例 1 です。国際コンテナ航路の日本パッシングという、少し刺激的なタイトルをつけてあります。左側は、1998 年時代の北米航路で、コンテナ定期船の輸送量が 500 万 TEU であることを示しております。日本海側は非常に細い線ですけれども、日本寄港が一大シェアを占めております。2008 年、今から 7 年前ですが、右側のようにになりました。太平洋直行が一番太くて、その次が釜山、高雄に寄って津軽海峡を抜けていく。日本を寄港し

てくれるのは 3 番目に少なくなりました。今、さらに日本は薄く細くなっていると思えます。日本海側は釜山とか高雄があるからいいとの意見もありますが、安全保障上、本当に大丈夫かということで、なすべきプロジェクトは何かないのかと思えます。

例2 パナマ運河拡張 2016～？

Dimensions of Locks and Ships

Maximum size of vessels in existing Locks: 5,100 TEU

Maximum size of vessels in New Locks: 13,000 - 14,000 TEU

パナマックス 4500TEU からポストパナマックス 12000TEUへ

バルク船の超大型化とシェールオイル・ガス船

TPPの本格的開始

日本の対応は喫緊の課題  
追い風と捉え、経済改革をリードする港湾・海運政策

そのような中で、間もなくパナマ運河が拡張されます。パナマックス級というのは 4,500TEU です。20 フィートのコンテナ 1 つを 1TEU というのですが、これが 1 万 2,000TEU ぐらいの大型船になってくる。コンテナ船だけではなくて、シェールオイルとかガス船等のバルク船も超大型化します。これらに対して日本はどのように対応するのか気になります。

### 上海の新コンテナ港 今や世界2位

上海中心部から80km  
うち、海上ハイウェイが45km  
計画から10年で完成

これは上海、今、世界一になったでしょうか。上海は揚子江の川の港湾でしたけれども、容量が不足するとのことで、沖出しをして、海上高速道路をつくったわけです。上海中心部から80 km、海上ハイウェイで45 kmあるコンテナ港ですけれども、それが計画から10年で完成しました。そして、世界1、2位のコンテナ港になりました。

それに対して、今、日本はどうするのだろうか、もう少し言わせていただくと、東京港とか阪神港

は、昔は良かったかも知れませんが、少し奥まり過ぎています。しかも、船舶の交通が輻輳しており、スピードアップできない状況です。

### 大都市圏航空需要の比較 ニューヨークと東京

圏域人口	1,970万人 1/2	4,040万人 1
圏域面積	約33,000km <sup>2</sup>	約37,000km <sup>2</sup>
航空旅客数	8,388万人 1	10,079万人 1
空港数	3	2
発着回数	117.1万回 3	47.0万回 1

2番目も、国際関係、国際航空です。

これも随分前ですが、ニュー YORK と東京の圏域人口と面積と航空旅客数と空港数と発着回数を調べたことがあります。少し前ですので、日本は羽田と成田と合わせて47万回と少ないです。

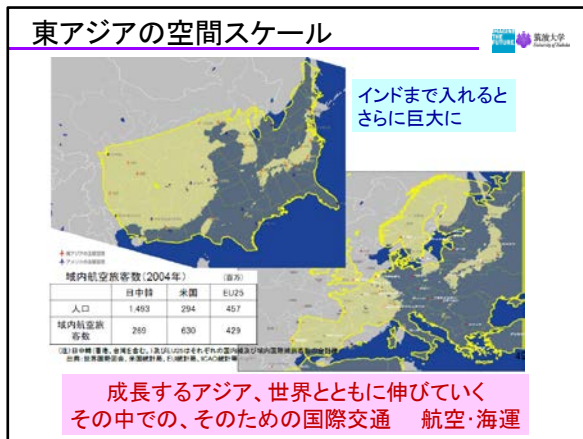
比較をいたしますと、ニュー YORK は東京と比べ、圏域人口が半分、航空旅客数は大体同じ、発着回数は3倍です。

### 航空需要の比較

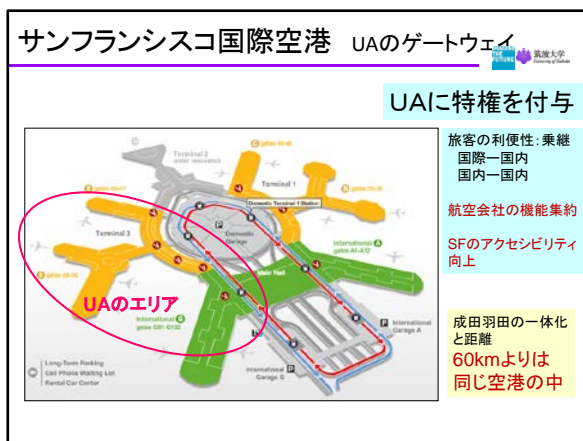
	東京	NY/Paris/London
一人あたりの航空需要	1	2~3
一人あたりの発着回数	1	5~6

飛行機をたくさん使う(経済圏・交流圏が大きい(EU, 北米))  
発着回数が多い(小型機による高頻度サービス)  
→都市の総合的アクセシビリティ確保(都市経営戦略)

ニュー YORK だけではなく、パリとロンドンとも比較しました。1人当たりで見ますと航空需要は2~3倍、発着回数が5~6倍という、衝撃を受ける数字です。理由を考えると、多分、ヨーロッパの方は飛行機をたくさん使う、経済圏とか交流圏が大きいわけです。EUとか北米というのは非常に大きいので、その中で、都市の総合的アクセシビリティを確保することは、都市経営戦略上、非常に重要と思います。



ということ、航空とか海運について、これからの日本、アジアの中での日本を支えるものをどうやっていくか考える必要があると思います。



東アジアに北米とヨーロッパを重ね合わせた地図です。これからグローバル化とかアジア連携ということ考えた場合、このような中で我々は行動しないとだめですし、経済活動も観光もこのような範囲で考える必要があります。そうすると、日本の周囲は海なので、新幹線はありませんから、飛行機に頼らざるを得ません。どうしていくか考える必要があります。インドまで入れると、さらに巨大になります。そのような範囲で、世の中、世界は動いてい

これは小さな例ですけれども、サンフランシスコの国際空港です。ユナイテッド航空に特権的なサービスを与え、国際線と国内線が非常にスムーズに乗り換えられるということです。それはサンフランシスコのアクセシビリティの向上に繋がります。

成田と羽田の一体化と言われますが、60 kmより、同じ空港の中のほうがはるかに便利だと思います。そのような意味で、首都圏空港における成田と羽田の問題を、どう考えていくか。また、羽田に関して

は、東京港をどう将来設計していくのかとの問題もあるかと思ひます。

- ### 素人の思いつきの域を出ませんが、日本のイノベーションを視野に入れた空港・港湾戦略
- 日本のハブの国際水準突破
    - 隣国との競争に勝てない
    - 首都圏空港の大強化と成田・羽田それぞれの自立的強化
    - 東京港・阪神港が最上位でよいのか
      - 地政学的位置、東京湾・大阪湾の航行速度、後背地と24時間化
  - 地方空港と港湾の活用
    - CIQ
    - 鉄道・高速道路のラストワンマイル
    - 地域経済のアジアとの直結。かつて貿易立国モデルを提案したように、新たなモデルの提案も社会資本政策

それで、日本のハブの国際水準突破が、これから非常に重要な話になってきますでしょうし、今日、お話しはしませんでした、地方空港及び港湾の活用です。CIQをどうするか、鉄道・高速道路とのラストワンマイルをどうするか。そのようなことを活用した各地域、各都市、各経済がアジアとの直結をどうビジネスモデルとして展開していくか、そこに向けて我々の社会資本政策はいかなる貢献ができるのか、真剣に考える必要があると思います。



**被災地復興 幹線国道の実態 国道45号線(大槌町内)**



歩道はほとんどない  
市街地のごく一部に申し訳程度  
幅員(特にトンネル部)が狭い  
実態としては自動車専用道路

高速道路と連携した質的改良  
被災地観光への大きな障害  
並行する市町村道との連携  
国道内の空間再配分

ここだけ話をしたいと思います。これは被災地の国道45号線です。一次改築をして、大型車はすれ違えますが、人が歩くスペースはなく、下道ながら自動車専用道になっています。このような道路をどう質的改良をしていくかが大事だと思います。

**完備された歩道・自転車道 ドイツ・ロマンティック街道**



ロマンティック街道全線(450km)にわたり完全整備

自動車中心だが、他の交通手段にも配慮

これはドイツのロマンティック街道です。車道部分は一次改築した幹線国道と変わらないですが、必ず自転車道、歩道が整備されています。

**終わりに**

- イノベーションは「技術革新」だけでなく、「**社会・経済の新結合**」
  - 社会資本もイノベーションに無縁ではあり得ない
  - むしろ、演出し、リードする気概が必要
  - 特に社会資本概念の広がり
- 社会資本政策はイノベーションを進めている
  - 使い方・活用の工夫など
  - 新しいイノベーション(純技術だけでなく、社会・制度技術も)の芽も古くから
  - 多分私が知らないだけで、他の交通も建設・メンテ技術も
- しかし、まだまだ課題は山積
  - 将来をリードする、日本の未来を変える社会資本政策・プロジェクトの不足
  - 従来の発想に囚われない政策・施策
  - 社会資本政策プロセスの柔軟性に向けた改革(計画論、制度論、モニタリングと評価、…)

ご清聴、ありがとうございました  
ishida@sk.tsukuba.ac.jp

最後のスライドです。イノベーションは「技術革新」ではなく、「社会・経済の新結合」である。そこに、私の話は道路とか交通の話が中心でしたが、社会資本の果たす役割は非常に大きなものがあると思いますし、実際、そのイノベーションを進めているということです。

でも、課題はまだあります。将来をリードする、日本の未来を変える社会資本政策・プロジェクトを我々は本当に持っているのだろうかというこ

とです。そのような意味で、従来の発想にとらわれない政策が大事でしょうし、それをきちんとモニタリングしていくという意味で、ICTに振り回されるのではなくて、ICTを使いこなすという気概が必要かと申し上げまして、終わりにさせていただきます。どうもありがとうございました。

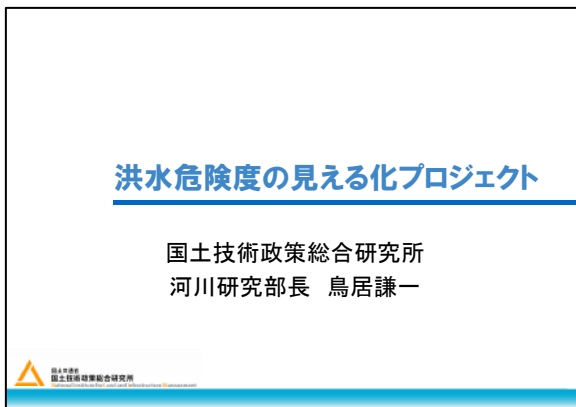


## 第 3 章 一般講演



### 第3章 一般講演

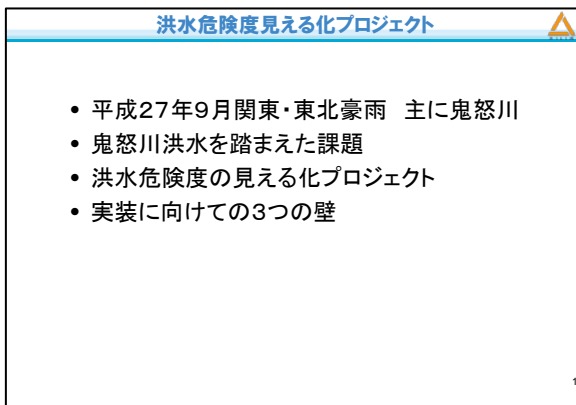
#### 3.1 洪水危険度見える化プロジェクト（河川研究部長 鳥居 謙一）



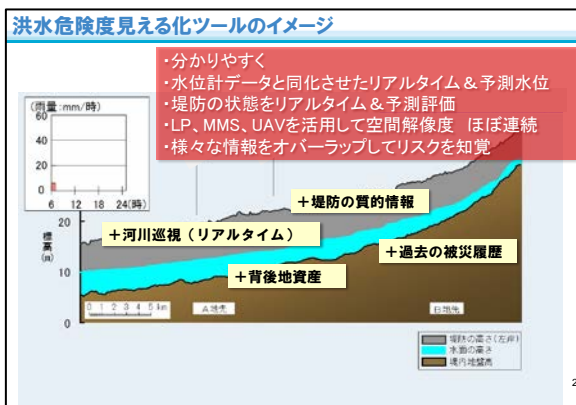
ただいまご紹介いただきました河川研究部長の鳥居でございます。

私からは、今日は「洪水危険度見える化プロジェクト」と題しまして、お話をさせていただきます。

昨年は、「激甚化する水災害への ICT 戦略」と題して、技術を中心にお話をさせていただきました。



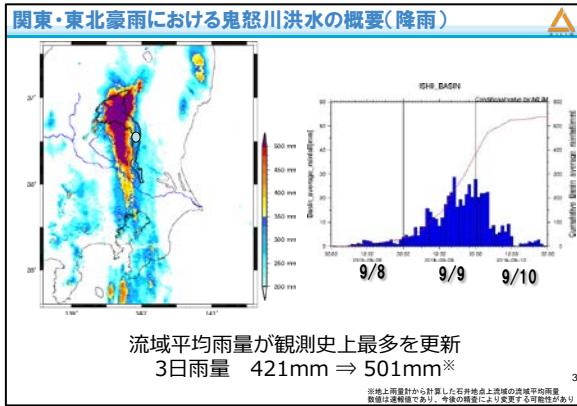
今年、関東東北豪雨を受けまして、やはりもう少し実装化を早めなければいけないということで、プロジェクトという名前をつけさせていただきました。洪水危険度の見える化プロジェクトというのはどのようなものか、あるいは実装化するために乗り越えていかなければいけない壁というものが幾つかあります。それをどのように乗り越えていくのかというお話をさせていただければと思います。



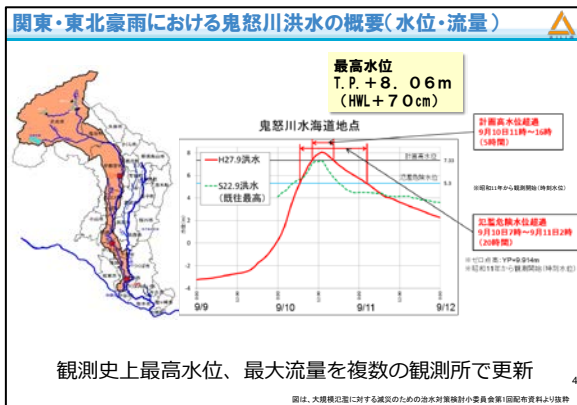
最初に、洪水見える化ツールのイメージを示しておきたいと思います。この図は堤防の高さ、あるいは水面の位置、堤内地盤、宅地側の地盤の高さを示したもので、要するに上と下の部分を引いたのが、宅地側から見た水面の高さを示しております。多くの方は、洪水時に川の中の状態というものが見えませんので、これを表現したものです。水面の高さ自体はリアルタイムの観測地、あるいはその計算

値、予測値を使うわけでありまして。これは単に、ある意味では水縦断図ということになりますけれども、これにさまざまな情報、例えば過去の被災情報であったり、あるいは河川の重要施設の情報、堤防の質的な情報、背後地の資産の状況を重ねることによりまして、洪水の危険度が見えてくるのではないかと、これが洪水見える化ツールのイメージであります。洪水見える化プロジェクトというのは、このツールを用いて、コミュニケーションをいかに深化させるかというのがプロジェクトと

なっていくわけでありませう。鬼怒川の氾濫を受けまして、何となくこういったことはできそうでありませうけれども、もともと、この画面が災害対策室のモニターにどうやって映し出されるのか、あるいはニュースの画面にこういった画面が使えないのかというようなことを議論していたというのが、このプロジェクトの出発点でございます。



まず、関東東北豪雨における鬼怒川の概要について、振り返りたいと思います。台風18号から温帯低気圧に変わり、これに南から湿った空気が流れ込みまして、線状降水帯を形成し、日光の付近の上流側で500mmを超える、大変多くの雨が降ったということでありませう。鬼怒川の基準点というのが石井というところですが、石井上流では8、9、10の3日間で501mmと、観測史を塗りかえる豪雨になったということでありませう。



水位も、最高水位が8.06mということで、堤防の設計上の限界と言われているハイウォーターから70cm超過するということになり、5時間にわたって、その水位を超過したことになりました。



さらに、鬼怒川では7カ所において溢水するという状態が発生し、ついに12時50分に鬼怒川左岸21km付近の常総市三坂の付近で堤防が決壊いたしました。

関東・東北豪雨における鬼怒川洪水の概要(家屋の倒壊・流出)



決壊箇所周辺では、氾濫流により多くの家屋が倒壊・流失<sup>6</sup>

図は、大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会第1回配布資料より抜粋

決壊の付近では、多くの家屋が流出、あるいは倒壊するという事態が発生いたしました。

関東・東北豪雨における鬼怒川洪水の概要(浸水状況)



堤防決壊等に伴う氾濫により、常総市の約1/3の面積が浸水<sup>7</sup>

図は、大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会第1回配布資料より抜粋

それで、これに伴いまして常総市の約3分の1近くが浸水し、お隣がつくばだったので、つくばにも避難所が開設されるという、広域水害になったということであります。

関東・東北豪雨における鬼怒川洪水の概要(避難の遅れと孤立)



避難の遅れ等により、住民が孤立し、約4300人が救助<sup>8</sup>

図は、大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会第1回配布資料より抜粋

また、避難の遅れによりまして住民が孤立し、ヘリで救助されるということで、約4,300人が救助される大規模氾濫になったということでございます。

関東・東北豪雨における鬼怒川洪水を踏まえた課題

～大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会より～

- ◆いざというときに適切に判断し行動することができない
- ・多数の孤立者が発生、避難勧告等の遅れ
- ◆大規模なはん濫により多数の避難者が発生した場合には、避難が間に合わなくなる
- ・つくば市と緊急的に調整して広域避難を実施
- ◆多岐にわたる水防活動を的確にできなくなる
- ・必ずしも十分な水防活動ができていない
- ◆リスク情報が住まい方や土地利用等に活かされていない
- ・多くの倒壊・流出家屋が発生
- ◆「洪水を河川内で安全に流す」施策だけで対応することには限界がある
- ・堤防の整備が間に合っていない箇所で決壊

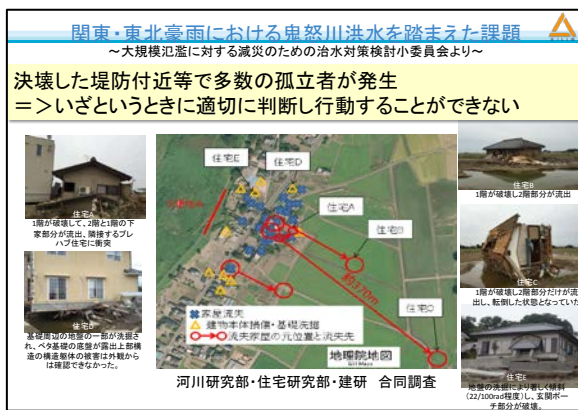
10/30, 11/30<sup>9</sup>

このことを受けて、10月30日の社会資本整備審議会の河川分科会に、大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会が設置されまして、つい先日の11月30日に答申案が取りまとめられたところであります。この答申案の中で、今回の課題として5つのポイントが挙げられております。

1点目が、いざというときに適切に判断し、行動することができない。2点目は、広域避難

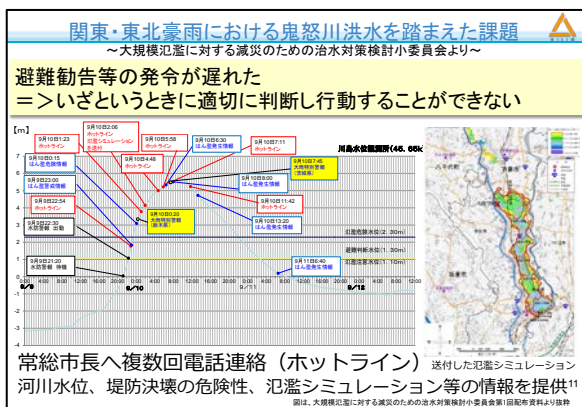
が発生したわけですが、広域避難ということにおいて、避難が間に合わなくなる。3点目は、一部、必ずしも十分な水防活動ができなかったということで、多岐にわたる水防活動が的確にできなくなるのではないかと。4点目は、リスク情報が、住まいや土地利用に活かされていない。そして、5点目は、洪水を河道内に安全に流すのは、施策だけで十分対応するのは限界がある。これらの5つであります。

特に我々としては、いざというときに適切に判断、行動することができないということは、今までいろいろソフト対策を講じてきたわけでありまして、こういったことを目的にやってきたわけでありまして、それができていないという意味で、決定的なだめ出しを食らったのではないかと考えております。そういった意味で、この部分について少し詳しく見ていきたいと思います。



今回、多数の孤立者が発生したということでありまして。また、この決壊堤防の付近というのは、昔から大変ハイリスクゾーンということで警戒していたわけでありまして、この堤防の決壊付近でさえ、多くの方が取り残されて、ヘリで救助されているということでありまして。今までソフト対策として、浸水想定区域の公表、ハザードマップの整備ということを進めて、市民に提供してきたわけでありまして。

また、川の防災情報ということで、ウェブサイトにはアクセスすれば、市民はリアルタイムに雨とか水位の情報を入手できるということで、環境はかなり整ってきているのではないかと思います。そういった意味で、情報を提供してきたけれども、結局は避難行動に結びつかなかったということだと思います。



また、河川管理者と市町村は緊急のコミュニケーションを行うために、ホットラインというものを日ごろから整備してきました。このときも下館河川事務所の所長は数回にわたって、ホットラインで川の水位、決壊の危険性、あるいは氾濫シミュレーションの結果というのを提供してきたわけでありまして。しかし、一部の地区で避難勧告の発令が遅れるという事態が発生しているということでありまして。ホットライン

という、形式的には生きていたわけでありまして、河川管理者の情報が、その危機管理に活かされなかったことは非常に残念な事態になっているということでありまして。

いろいろと、今言ったようなホットラインの整備、ハザードマップの整備といったようなソフト

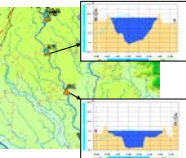


対策を講じてきたわけではありますが、結局は、いざというときに適切に行動できなかったという課題が残っております。

そういった中で、具体的な設問として、確実に避難するにはどうしたらいいのか、あるいは躊躇なく避難指示を発するためにはどうしたらいいのかということになるわけでありまして。この設問を考えるに当たって、やはり河川管理者、市町村、あるいは市民とのコミュニケーションについて、改めて考え直す必要があるのではないかと思います。

**情報の現状**

**事務所長**  
 河川の状態情報は、水位観測地点の観測水位といった点情報で提供  
 ⇒地先単位で河川の状態を把握できない  
 ⇒氾濫発生危険性、切迫度を地先単位で推測できない  
 ⇒氾濫が発生した場合の救助・避難人口等の規模を推測できない



**市長・市民**  
 点情報から一定区間の河川の状態をイメージし、堤防高、堤内地盤高等から総合的に氾濫の危険性を判断しなければならない  
 ⇒危険性を判断するために経験と知識が必要  
 ⇒「洪水危険度」がイメージできない  
 ↳ 氾濫発生危険性の程度、氾濫が発生した場合の救助、避難人口等の規模

まずはコミュニケーションの状態というか、情報提供の状況を整理しておきたいと思えます。これが今の状態でありまして、河川管理者からは、観測地点の水位といったことで点情報が提供されている。例えば、「平方」と「鎌庭」の点情報は提供されているけれども、その間の部分の情報が提供されていないという状態です。また、これらの状態に対する切迫度に関する情報もないということでもあります。

**設問設定**



破堤口付近で逃げ遅れが発生  
 どうすれば、  
 確実に避難するのか、  
 躊躇なく避難指示を発令できるのか、

**事務所長、市長、市民のコミュニケーション**

図は、大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会第1回配布資料より抜粋

一方、市町村はこういった情報を受け取った後、逆に言うと、川全体の状態をイメージしなければなりません。あるいは堤防と、その水位の関係、あるいは背後地の関係を総合的に検討して、危険度を判定しなければならないということですが、こういった危険度を判定するためには、かなり高い経験と知識が必要になりますので、こういった人材をにわかに育成するのはなかなか難しい状況にあると考えております。

**解決の方向**

受信者の情報ニーズ  
 ○避難指示の発令を判断する情報  
 ○避難行動を促す情報  
 => **洪水危険度**

**事務所長**  
 相手が理解できる洪水危険度情報を提供しているのか  
 ⇒**わかりやすい情報**をリアルタイムに提供

**市長・市民**  
 洪水危険度情報を理解し適切に判断使用できているのか  
 ⇒**防災リテラシー**

**コミュニケーション=わかりやすい情報+信頼関係**

**判断と行動**

次からが解決の方向ということになりますけれども、受信者側が必要としているのが、避難指示発令を判断するための情報、あるいは避難行動を促す情報であります。これを一固まりにして、洪水危険度というように定義いたします。この情報に関して、最低限、備えておかないといけない条件として、相手が理解できる洪水危険度情報を提供する。要するに、わかりやすい情報であるということが重要であります。

また受け手側は、受け取った情報をきちんと理解し、判断、使用できるために、日ごろから防災リテラシーというものを理解する力を養っていかないといけないということが、情報を取り巻く状態としてあるということです。



一方、先ほどからコミュニケーションという言葉を使っております。情報は一つの大切な素材ですが、やはり意思の疎通があってコミュニケーションというのは図られるということで、情報だけではなくて、両方がそろってコミュニケーションができ、適切な行動、判断ができるのではないかと考えております。

そこで、先ほど定義いたしました洪水危険度といったものについて、これがどのようなもの

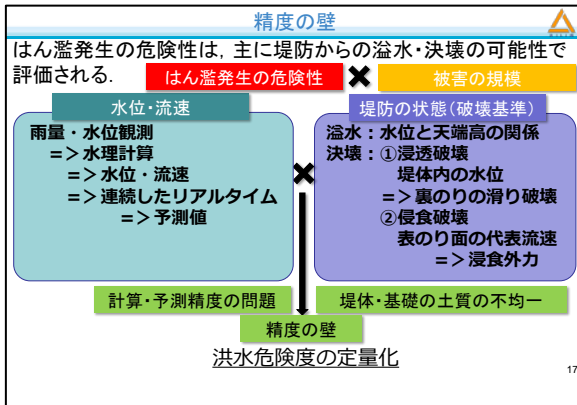
か考えてみたいと思います。洪水危険度というのは、ある意味では家族、あるいは地区にどの程度の被害が、どの程度の確実さで発生するかということを示している情報ではないかと考えます。そういった意味で、洪水危険度は、各地先ごとに氾濫発生の危険性と被害の確率で定義されるものではないかと思えます。こういった情報を躊躇なく、避難指示や、あるいは避難に活用するためには、定量化をおこない、それをわかりやすい情報に加工して提供することが必要なのではないかと考えます。コミュニケーションにおいて、この情報見える化という、先ほど示したツールというのは、この部分をわかりやすくして、さらにコミュニケーションには意思疎通ということの二段構えになっているということをよくよく認識しておく必要があるのではないかと考えます。



もう一つ言っておきたいのは、この洪水見える化自体については、ある程度、技術的にはできる段階に来ているのではないかと考えております。しかし、洪水危険度見える化ツールを活用してコミュニケーションの目的を達成するためには、私は3つの壁があると考えております。

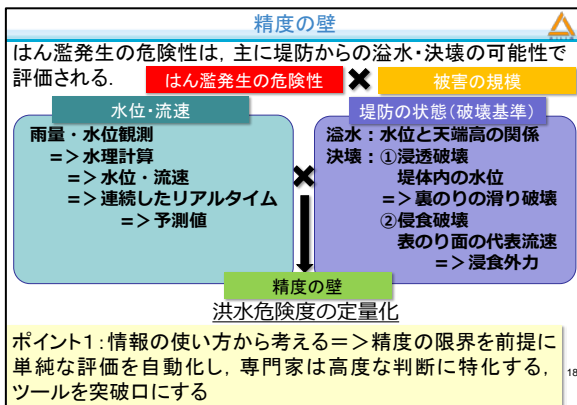
その壁というのは、精度の壁であったり、防災リテラシーの壁であったり、あるいは持続性

の壁というものでありまして、この3つの壁を何とか乗り越えていかないと、コミュニケーションの深化ということはなかなか難しいのではないかと考えます。



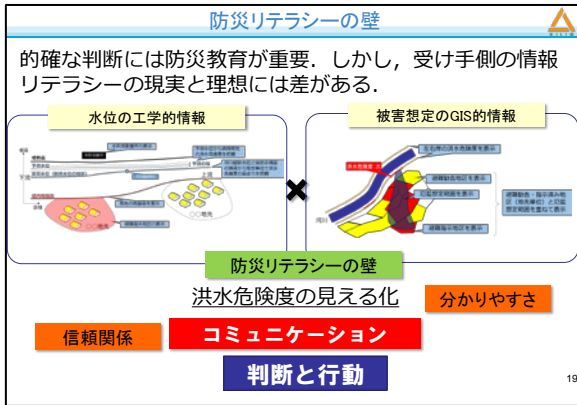
最初に、まずは精度の壁について考えていきたいと思えます。先ほど申し上げましたように、洪水危険度というのは、氾濫発生の危険性と被害で定義されるものであります。被害は比較的わかりやすいのですが、氾濫発生の危険性といったものは何で決まるかという、我が国においては堤防が整備されていますので、主に堤防からの溢水、あるいは決壊の可能性で評価されるものであるということで、堤防

に外力が作用して、そのときの堤防の状態によって、氾濫発生の危険性というものが定義されるだろうと思えます。そう考えたときに、水位についてもある程度の計算、あるいは堤防の状態というのもある程度の設計ができる状態にあるわけではありますが、いずれにしても、外力についても計算、あるいは予測上の精度の問題、あるいは堤体基礎の地盤の不均一性ということで、不確実性がどうしても伴うものであります。

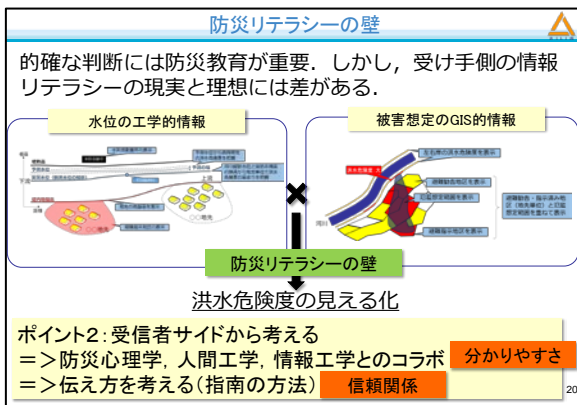


そういった中でこの不確実性を、高い精度を求めるとにすると、この洪水危険度の定量化というのはなかなか難しいというか、遠のいていくということになります。ですので、この精度の壁というのをいかにして乗り越えるかというのが一つ、この定量化、見える化の重要なポイントになっていくのではないかと思います。そのために、やはりどうやって使っていくかという、情報の使い方から考えていかないと、定量化、見える化というのはうまく進まないのではないかと考えております。

例えば、気象予測の分野では数値予測というものがかなり導入されていて、それを参考にして、最後は予報士が判断して、予報しているという流れがあります。この定量化された情報をうまく使っていくというためにも、そういった情報の限界を前提に、情報をどのように使うのかという判断を専門家が行うというプロセスを確立していくことが、この精度の壁を乗り越える重要なポイントになっていくのではないかと考えております。



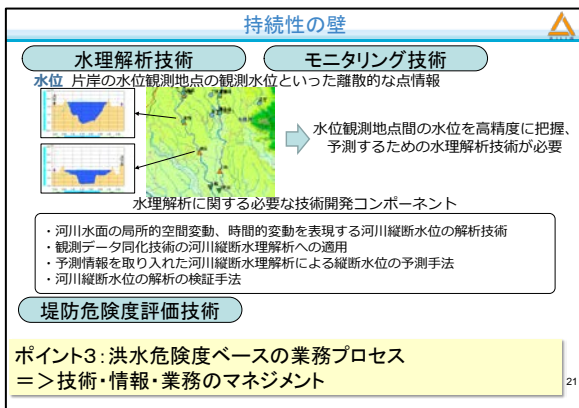
いけないということでもあります。この水位縦断面図というのは工学的な情報であり、あるいはハザードマップで被害想定を表示するというような方法があるわけではありますが、これが全ての人にわかりやすい情報とは限らないわけで、これを理解していくためには、やはり防災リテラシーの壁を通り抜けて、見える化して、わかりやすくしていくということが必要ではないかと思います。



方といったものにも踏み込んでいかないと、情報をうまく伝えることはできないのではないかと思っております。

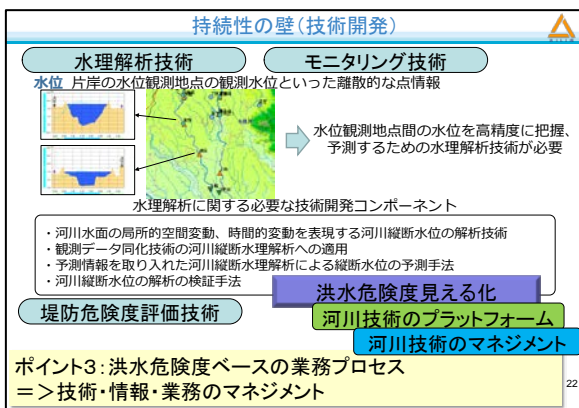
次が、防災リテラシーの壁であります。的確に判断するためには、防災リテラシーを養うための防災教育ということが極めて重要であることは確実であります。しかし、現実的には、受信者と発信者の間で同じ理解力を期待するというのは非常に困難であります。ですので、発信者は受信者の防災リテラシーに応じて情報をわかりやすく加工して、さらに意思を伝えるコミュニケーションを成立させなければ

それで、防災リテラシーの壁を乗り越えてコミュニケーションを成立させるためには、やはり受信サイドから提供する情報を考える必要があるのではないかと。このためには、我々、力学を中心とする土木の技術者が不得意としている、最も人間臭い学問領域である防災心理学、人間工学、情報工学とのコラボレーション、あるいは情報というものだけではなく、その情報を伝えるというコミュニケーションの仕



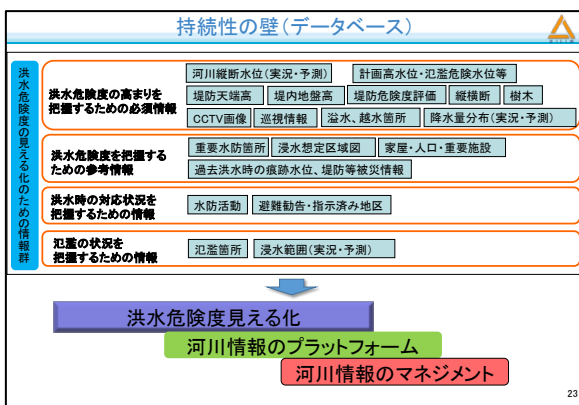
3 点目が持続性の壁の問題であります。多くのシステム、あるいはデータベースというものが開発されてきましたけれども、なかなか業務に定着しなくて、消え去ってしまったというようなことになっていると思います。そういった意味で、今回、チャレンジしている洪水危険度見える化ツールも、単体で導入を図っていったのでは一過性のものになってしまうのではないかと考えています。組織に根づかせるために

も、持続性の壁を乗り越えて、どうにか使っていけないといけない。そのためにも、やはり危機管理をベースにしておりますけれども、持続性を確保するために防災危険度をベースに業務プロセスを抜本的に見直していくことが必要ではないのか、あるいは、そういったプロセスを業務の中に取り込んでいく必要があるのではないかと考えています。

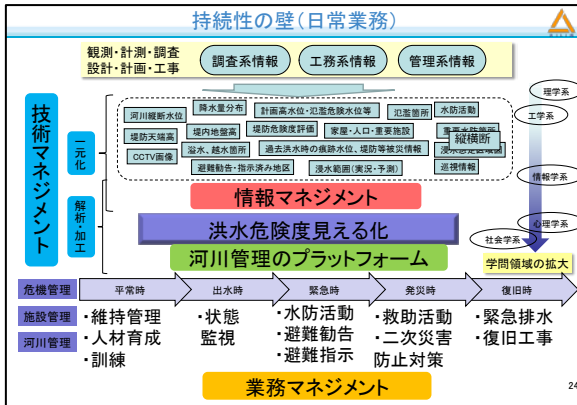


例えば、技術開発の分野にどうやって取り込んでいくかということになるわけですが、この洪水危険度見える化に対しても水理解析技術、あるいはモニタリング技術、あるいは堤防の危険度評価技術というのが重要になっておりますけれども、これをどうやって実装していくのかということになると、一つの評価軸として、この洪水危険度見える化の中にどうやって取り込めるかということが評価のポイントになるのではないかと。そのようなことによって、技術のマネジメントというものを定量的に行うことができるのではないかと考えております。

と同じように、データベースについても、いろいろな情報をさまざま、我々、集めてまいりましたけれども、その出口としての評価、扱い方をきちんと定義するということが重要で、それも、いろいろな情報の使い方を洪水危険度見える化ツールの中に取り込んでいくということ、そのことによって、情報のマネジメントということが可能になっていくのではないかと思います。



同じように、データベースについても、いろいろな情報をさまざま、我々、集めてまいりましたけれども、その出口としての評価、扱い方をきちんと定義するということが重要で、それも、いろいろな情報の使い方を洪水危険度見える化ツールの中に取り込んでいくということ、そのことによって、情報のマネジメントということが可能になっていくのではないかと思います。



最後に、お話ししていたのは主に危機管理の分野の話でありますけれども、それを維持管理、あるいは人材育成、あるいは訓練というような日常、平常業務の中に洪水危険度といったことを入れていくことによって、全体のマネジメントが可能になっていくのではないかと考えております。

- まとめ**
- 平成27年9月関東・東北豪雨 主に鬼怒川
  - 鬼怒川洪水を踏まえた課題
    - 決壊した堤防付近等で多くの孤立者が発生
    - 避難勧告等の発令が遅れ
    - =>いざというときに適切に判断・行動できない
  - 洪水危険度の見える化プロジェクト
    - 洪水危険度を定量化し、わかりやすい情報に加工する情報化ツールを活用したコミュニケーションの深化
    - ポイント1: 精度の壁: 情報の使い方から考える
    - ポイント2: 防災リテラシーの壁: 受信サイドから考える
    - ポイント3: 持続性の壁: 洪水危険度ベースの業務プロセス

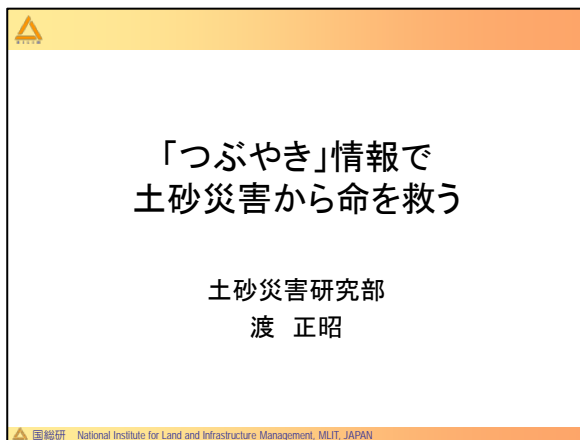
最後、まとめに入らせていただきますが、今回、関東東北豪雨を受けまして、いざというときに適切な判断、行動できないという抜本的な問題に直面いたしました。洪水危険度見える化プロジェクトを我々、提案しているわけであり、洪水のリスクを定量化し、わかりやすい情報に加工する、情報提供ツールとしての見える化、それを活用したコミュニケーションの深化ということを、このプロジェクトという名前に込めております。

そのために幾つかのポイントがありました。精度の壁、あるいはリテラシーの壁、持続性の壁を乗り越えて、何とかいち早く実装に向けて進んでいきたいと考えています。

ご清聴ありがとうございました

以上で私の講演を終わりにさせていただきます。ご清聴、どうもありがとうございました。

### 3.2 『つぶやき』情報で土砂災害から命を救う（土砂災害研究部長 渡 正昭）

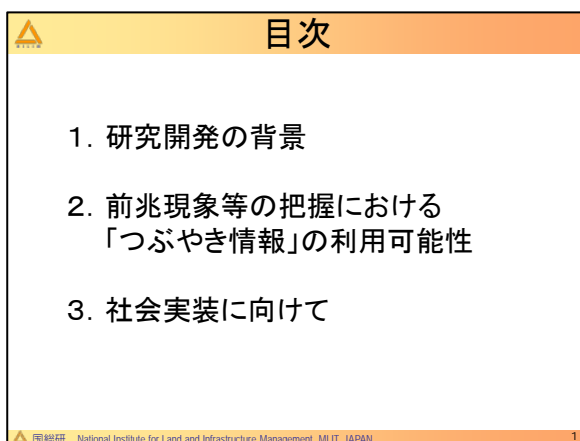


皆さん、こんにちは。土砂災害研究部長を仰せつかっています渡でございます。

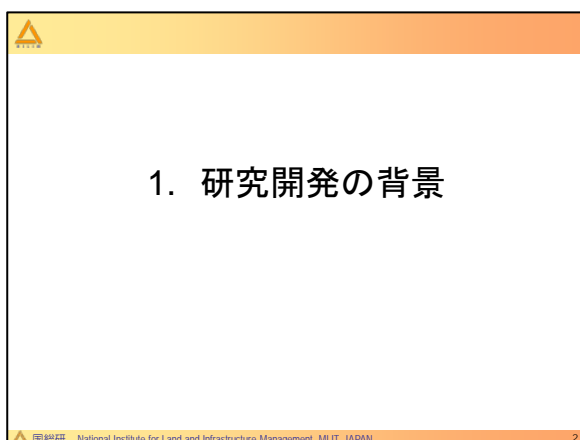
今年常総の水害、先ほど鳥居部長から話がありましたが、そちらが非常に話題となりました。比較的土砂災害は少なかった1年でありました。毎年、平均で全国1,000件ぐらいの土砂災害が発生していますが、今のところ七百数十件ということです。また死者の数も今の段階で2名と聞いています。比較的、今のところ、土砂災害は少ない状況で推移をし

ています。

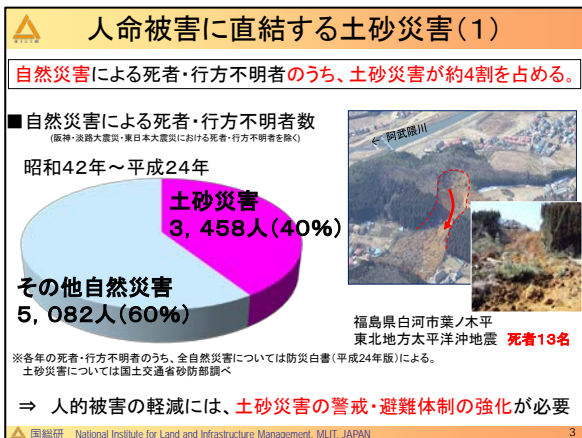
今日、ご報告いたしますのは、いわゆるツイッターを使って、土砂災害から人命を守る手だてにならないか、そういった研究でございます。



まず研究開発の背景をお話しした後に、2番目、前兆現象等の把握におけるツイッター、つぶやき情報の利用可能性に関する研究の状況。それから3番目といたしまして、それをでは、どのように使っていくかという社会実装に向けた技術開発、これについてご紹介をしたいと思います。



まず1番目の研究開発の背景ということでございます。



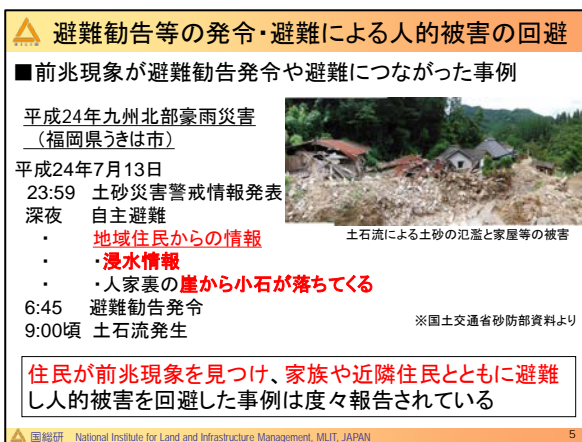
もうご承知のとおり、土砂災害の特徴の大きな1つというのが、人命被害に直結しやすいという点にあります。自然災害による死者・行方不明者の約4割を土砂災害が占めているという状況と示しています。もう一つ、突発性が高い、いきなり突然、ガツンとやってくる、こういったことも土砂災害の大きな特徴の一つではないかと思えます。そのためには土砂災害の、いわゆる砂防堰堤等ハードの対策とあわせて、警戒・避難体制の強化、いわゆるソフトの対策、これが重要であるということでもあります。



さて、最近の大きな土砂災害といえますと、平成25年の伊豆大島の災害、死者・行方不明者が39名。それから昨年発生しました広島市の土石流等による災害、これでは死者74名プラス災害関連死が1名増えまして75名と今、報告されていますが、非常に大きな人的被害を招き、また社会的にも大きな問題となりました。

その課題でありますけれども、どちらも大雨による災害ではありますが、市町村による避難勧告が間に合わなかった、それが住民の避難につながっていないという指摘があります。どちらも発生したのが深夜から未明にかけてという、これは不運と言っているのかどうかあれですが、非常に災害対策がとりにくい、対応がとりにくい時間帯に発生したということもございました。

その課題でありますけれども、どちらも大雨による災害ではありますが、市町村による避難勧告が間に



その一方で、事前の避難が災害の回避につながったという事例は、実は各地で報告をされています。これは、平成24年の九州北部豪雨災害における福岡県うきは市の事例でありますけれども、土砂災害警戒情報が発令後、住民の方々が自主的に避難をされ、その後、色々な現象が発生して、最終的には翌日、土石流が発生したけれども、事前に避難をしていて助かったという事例です。

そのほか、福井県、あるいは富山県、色々なところでこういった事例が報告をされ、前兆現象をいち早く捉えるなどして、事前に避難することの重要性、これが各地で確認されているという状況にあります。



### 土砂災害の主な前兆現象

	土石流	かけ崩れ	地すべり
視覚	<ul style="list-style-type: none"> <li>川の水が濁る</li> <li>降雨継続中に川の水位が下がる</li> <li>落石</li> <li>濁水に流木が混じる</li> <li>渓流内の火花</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>がけに割れ目・緩み</li> <li>小石が落ちる</li> <li>表面流が生じる</li> <li>斜面上で湧水</li> <li>湧水の濁り</li> <li>樹木の傾斜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地面にひび割れ、陥没・隆起</li> <li>沢、井戸の水の濁り</li> <li>斜面上の湧水</li> <li>池沼水位の急減</li> <li>樹木の傾斜</li> <li>家屋、擁壁の亀裂や傾斜</li> </ul>
聴覚	<ul style="list-style-type: none"> <li>地鳴り、山鳴り</li> <li>転石同士の衝突音</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹木の揺れる音</li> <li>樹木の根が切れる音</li> <li>地鳴り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹木の根が切れる音</li> </ul>
嗅覚	<ul style="list-style-type: none"> <li>腐った土の匂い</li> </ul>	-	-

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN

さて、土砂災害の前兆現象と一口に言いましても、色々なタイプがございます。現象ごとに土石流、崖崩れ、地すべりと分けて、スライドに色々なことが列挙してあります。視覚に訴えるもの、聴覚に訴えるもの、場合によったら嗅覚といいまして、土のにおいがする等も含んでいます。毎年6月の土砂災害防止月間になると、こういったことに気をつけましよう、と、広報をしているのですけれども、なかなか実際に体験しないとわからないこともあり、呼びか

けだけでは難しいという点もあるようです。

### 住民からの情報を活用する施策

**土砂災害110番の設置 (平成11年)**

土砂災害の兆候や、災害が発生した場合の情報収集及び緊急連絡体制を確立するため、地方自治体に**土砂災害情報窓口**を設置

**【課題】**

- 通報されることが多くない
- (稀な現象、普段使わない連絡先)
- 情報の伝達範囲は家族が近隣住民
- 情報を**迅速に収集、他の地域に伝達**することに課題

★土砂災害の兆候や災害が発生した場合は、まず最寄りの市町村災害情報窓口へ連絡してください。

連絡先：牛埴町役場 建設課建設係 電話 (06)11111

国土交通省 国土院 建設部 建設課 電話 095217312525

建設課 中城土木事務所 工務課 電話 09521261727

国土交通省HP: <http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sobo/keikaisai.html>

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN

また、こういった前兆現象を捉え、あるいは住民からの情報を捉えて、警戒・避難に役立てようという試みは、実はこれまでもありました。平成11年に土砂災害110番というのを設けて、そのような災害の前兆などに気がつかれたら通報してくださいということで窓口を設けるような施策も展開してきましたけれども、実効が上がっているかという点、必ずしもそうではなく、なかなか難しい面があるようです。

### SNSの普及

**Twitterアクティブユーザー数** 2010年(平成22年)後半～>約10百万人 ※H24年度情報通信白書より

・情報発信・共有が容易  
 ・SNS利用者が急増し網羅性が向上  
 ・中でも**リアルタイム性が高いTwitter**に着目

**土砂災害への警戒の呼びかけに関する検討会 (平成24年度)**  
 (座長: 東京大学教授 田中淳)

「**Twitter等のソーシャルメディアの活用**についても、土砂災害発生情報の収集や情報発信の場として検討する必要がある。」

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN

そこで、今日のテーマでもありますけれども、注目をしておりますのがツイッターです。このグラフ、赤いほうがツイッターのアクティブなユーザー数、青いほうがフェイスブックであります。横軸に年をとっていますが、余り最近のデータがなくて恐縮です。2009年から2012年ぐらいにかけてのデータですけれども、1,000万人以上のユーザーが既にいます。実は最近のデータが公表されていないので、一説には、ツイッターのユーザーで2,000万人を超えて

いるというようなお話も聞くことができます。

今回、我々の研究で取り上げましたのは、その中でもツイッターのほうです。ご承知のとおり、ツイッターに関しましては、まだスタートして10年もたないわけですけれども、急激にユーザーを伸ばしながら、いわゆるマイクロブログなどと分類される類いのものですが、140文字の短文形式で、自分の見たこと、聞いたこと、思ったことをアップしていく。特に、その情報を転送したり、あるいは複数に展開することが、非常に速いスピードでできる、そういった特徴があります。



補助するために、土砂災害警戒情報を補足する情報を発信していこうということでもあります。それに、今回、ソーシャル・ネットワーキング・サービスのデータを使えないだろうかということが本研究の成り立ちです。

もう一つ、個人的にも経験したのが伊豆大島の災害のときに、あれも明け方の災害でありまして、朝の5時ぐらい、当時、私も防災担当をしていて、真っ先に知ったのは、実はNHKのニュース、報道を通じてであります。地域の方、30名ぐらいと連絡がとれない状況だという情報を得て、それを、前の太田大臣ですけれども、報告に上がったら、よしよかったという話だったのですが、後々、むしろ大臣のほうから、実は現地の情報によると50名ぐらいと連絡がとれなくなっているというのではないかと。我々は報道機関からの情報でしか情報を得ていない。片や、組織のトップである、防災を指揮される大臣のほうがより正確な、最終的には死者・行方不明者は39名だったのですけれども、より広い範囲の正しい情報を持っておられる、そのような事態に遭遇しました。まさにそのときに太田大臣のほうから、国土交通省というのは、色々な組織も持っているし、機材も持っているし、人もある。それにもかかわらず、情報がどうして取れないのだろうか。必ずしも、これは観測機器だけの問題ではないのではないのか。そういったことで、非常に残念な思いをした経験もございます。そういったことがバネになって、今の研究に手をつけた、そのような一端もございます。

2. 前兆現象等の把握における「つぶやき情報」の利用可能性

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN 11

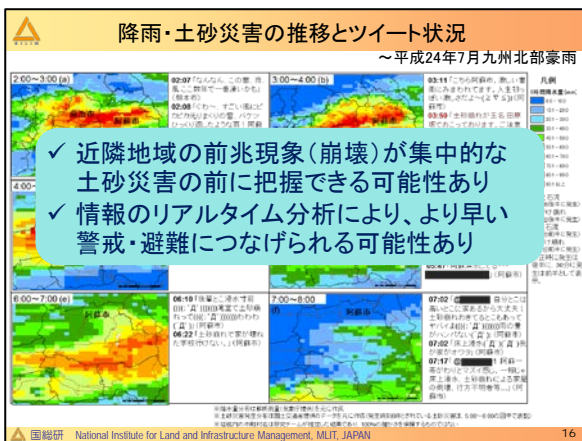
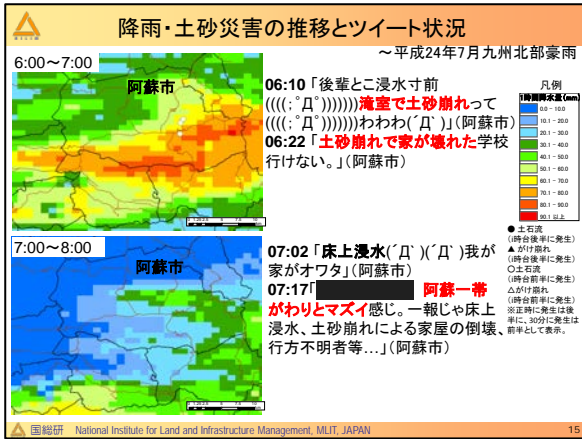
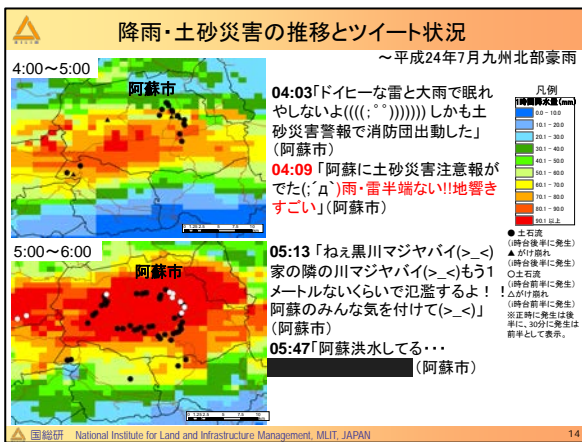
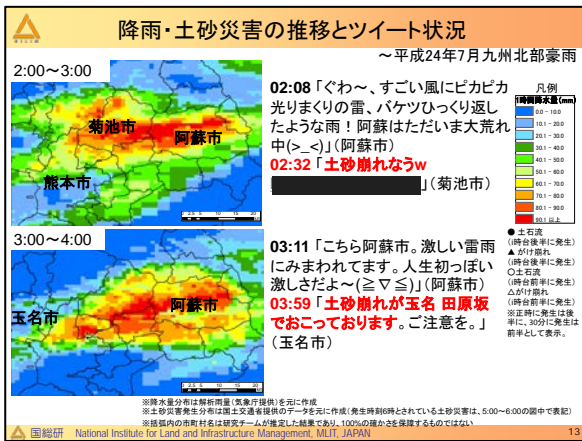
次に、実際の研究をどのようにしてきたかということ。前兆現象をどのように把握して使っていくかということで、事例を紹介します。

土砂災害の前兆・発生状況とツイート状況  
～平成24年7月九州北部豪雨

時間雨量 (mm/h)	防災気象情報	災害状況 (1) (2)	ツイート状況
02:32		02:32 「土砂崩れなうw」	
03:59		03:59 「土砂崩れが玉名 田原坂でおこっております。」	
04:09		04:09 「阿蘇に土砂災害注意報がでた(´Д`) 雨・雷半端ない!!地響きすごい」	
※4:00頃		※4:00頃阿蘇で土石流発生	
07:30	大雨で土砂災害警戒区域に注意		
08:00	三久峯で土砂崩れ、地元で撤去作業開始		
08:40	車輪と積石の層で土砂崩れの連続		
10:30	三久峯で土砂崩れの連続		
06:57		06:57 「うちの近く大雨で土砂崩れ起こってるぞ」	
			以降、土砂崩れや浸水等のツイート多数

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN 12

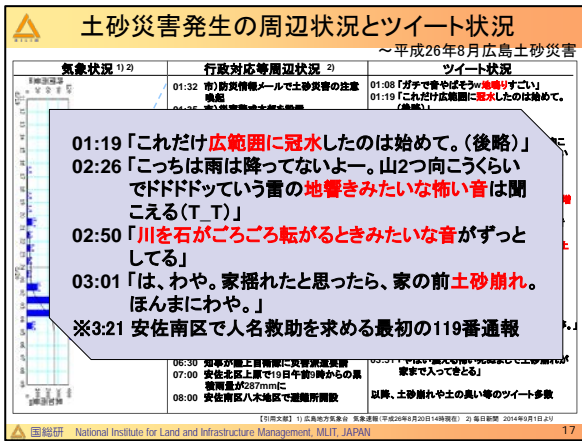
これは平成24年の九州北部豪雨、専ら熊本県の阿蘇地方や福岡県などで大きな災害をもたらしたときの、災害の時系列の整理と、そのときのツイートの状況です。細かくて見えないので、一部拡大していますが、午前2時32分という段階で「土砂崩れなうw」、このようなつぶやきがあつて、実際には朝の4時ぐらいに、阿蘇地方では同時多発的に土石流が発生しているという状況であります。



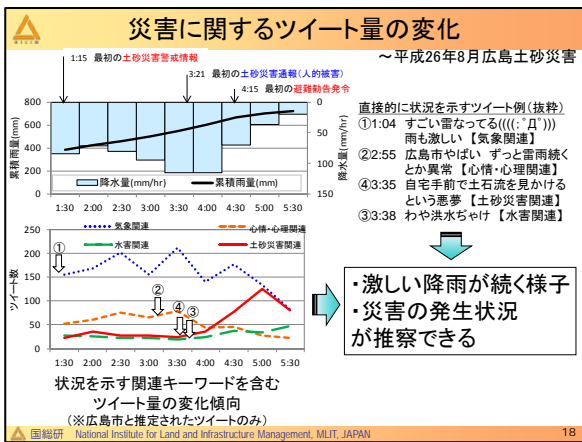
もうちょっと細かく見ていきますと、雨の情報と並べて表示をしています。今回、大きな災害が起こったのは阿蘇地方でありますけれども、それよりも早い段階で、隣接する菊池市で、つぶやきがあったり、また玉名市田原坂で、これも阿蘇の隣の隣といえますか、熊本のちょっと北のほうでありますけれども、そこで実際に土砂崩れが起こっているというツイートがあったり、その後、これは阿蘇地方をクローズアップしていますが、このプロットしている点、実際にこの時間帯に土砂災害が発生した点を落としていきますけれども、そのころにはさまざまなツイートがなされています。「雨・雷半端ない!!地響きすごい」などといったツイートが阿蘇市を拠点にして、多数見られるようになってまいります。

その後、6時、7時ぐらいいだんだん雨が小康状態になっていきますと、情報が増えてきて、どの地区で土砂崩れがある、家が実際に壊れたという状況。また、「阿蘇一帯が割とまずい感じ」といったツイートもあります。具体的に何が起こったということではなくて、実際に体験された方が見聞きされた、比較的主観的な情報、こういったものも災害に役立つものにならないかと、解析を進めたわけです。

並べていくとこのような形になりますが、この24年の九州豪雨からわかったことを2つ挙げますと、1つとして、近隣地域の情報、これが実際に土砂災害の前に把握できる可能性があるということ。それから、実際に情報をリアルタイムに追いかけていくと、より早い警戒・避難につなげられる可能性があるということがわかりました。それをもとにさらに進めていこうということになりました。



れていることがわかってまいりました。



に役立てられる可能性があるかとわかってまいりました。

### 「つぶやき情報」の利用可能性

- 事例分析を通じて分かってきたこと
  - ✓ 関連ツイートを見ているだけで、豪雨による**地域住民の切迫した状況を把握することは十分可能**
  - ✓ 豪雨時の地域の状況を把握するにおいて、現場からの第一報を受ける前に、信頼性は劣るものの**迅速性に優れたTwitterの活用は有効**
  - ✓ 河川の増水、浸水の状況及び**一定程度の規模以上の土石流による土砂災害の前兆現象(一連の土砂災害の初発の小規模崩壊等を含む)をとらえられる可能性は高い**

同様に整理したのが、昨年の広島土砂災害の状況です。主要な部分だけ拡大します。午前1時19分ごろ、「広範囲に冠水」。あるいは2時過ぎには「地響きみたいな怖い音」、あるいは「川を石がごろごろ転がるときみたいな音」というのがあって、既に3時には土砂崩れがあったというツイートがあります。実際に、この地区で消防のほうに土砂災害で人命救助を求める通報があったのは午前3時21分ですから、それより前の段階で色々なツイートが既になさ

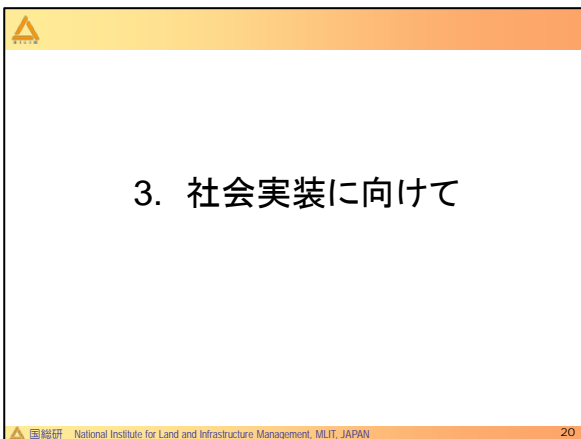
同じく広島災害における雨の量でありますとか、それから実際、どのような行動をとっておられたかと、あわせてツイートの量の変化をあらわしたグラフがこちらです。特にこの赤いグラフが土砂災害に関連するものです。これを見ていただくと、午前4時ぐらいから土砂災害に関するツイートが急増している状況がおわかりいただけると思います。このような、急にふえたり、減ったり、これらがいわゆるセンサーのかわりになって、土砂災害の事前の検知

これらをまとめますと、まず1つとして、地域の住民が切迫した状況、こういった状況はほかのセンサー類ではなかなか得られない、これが可能であるという点。それから、これはツイッターの特性ですが、非常に迅速性にすぐれているということがあります。それから、前兆現象を捉えられる可能性が非常に高いということがわかってきたというのが、本研究の目玉です。

それで、皆さん、お気づきのように、この手のデータ、情報というのは必ずデマ情報、あるいはにせ情報といいますが、そういったものがあるのではないかというご懸念があると思います。これについても調べましたが、実は、災害が発生する初期の段階では、デマはほとんど含まれていないということがわかってまいりました。そういった情報はないわけです。ところが、デマが急増するのは、実は報道された後です。マスコミ等でマスメディアに乗って報道がされると、その後、色々な情報に尾ひれがついて、デマ情報が出回ってくるということですから、今回、我々がしようとしているように、土砂災害を事前に予知、把握

しようという段階においては、デマというのは余り気にする必要がないということがわかってきています。

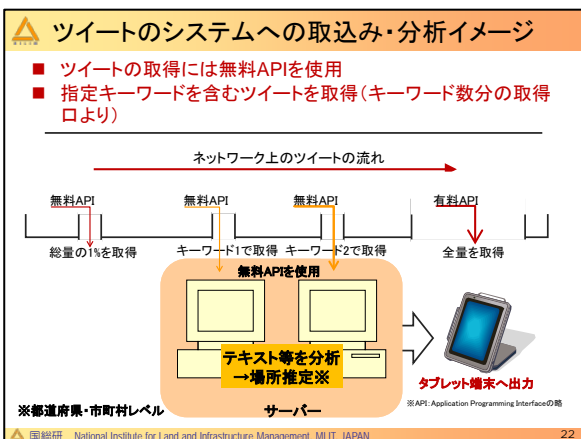
また、これまで前兆現象を捉えて云々ということを行っていますけれども、この話ばかりしていると、土砂災害があるときには必ず前兆現象があるのだというふうに誤解をされると大変ぐあいが悪いわけです。実は、何の前触れもなく、土砂災害というのはいきなり突然起こる場合もある。そういったものは、なかなかこういったことでは捉えづらいという点があるという点にも注意が必要だと思います。何の前触れもなくやってくる場合がある、こういったことであります。



さて、これら、わかってきたことで、このツイッターはなかなか使えるではないかということで、実際、どうやって使っていくかということで、具体的な画面をご覧いただきたいと思います。



これが試作したシステムの絵です。左側に、その時間帯におけるツイート、右側には実際の、まさに物理センサーの一つであるレーダー雨量計の画面、この2つを並べて、実際にどの地点でどのようなつぶやきがあったかというのをプロットして、それをクリックするとつぶやきが出てくる、こういった仕組み、システムをつくりました。



世の中の1日のネット、何百万とあるツイートを全部見ることは難しいので、無料のAPIというツイートを拾い出す仕組みを利用し、ある特定のキーワード、例えば土砂崩れとか、大雨とか、そういったものに該当するものを選び出します。それらをサーバーで合成して、表示する方法をとっています。

### 試作版システムの試用

- 梅雨期～台風期に試作版システムを試用
- 試用結果を踏まえ、情報収集・共有、状況把握に有効なユーザーインターフェース検討

平成27年9月関東・東北豪雨

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN 23

実際にこのシステムを試作し、今年の夏、一部の地方整備局、あるいは都道府県市町村などで使用してもらいました。

その実例で、これは関東東北豪雨のときの事例を出していますが、実際にどの場所かというGPSのタグがついて、このような写真が投稿されるような事例もあり、非常に役立つことが確認されています。

### 利用者に応じた災害情報収集システムの構築

#### ツイートから得られる情報

ツイート	画像	状況描写	心情・心理描写
	客観的な情報		主観的な情報
位置情報添付	客観的な情報	準客観的な情報	主観的な情報
場所推定	準客観的な情報	準客観的な情報	準主観的な情報

気象・災害状況など事象を直接表す 住民の不安感等

#### システムの利用者層

市町村：避難勧告等の発令者  
 国・都道府県：市町村に助言

意思決定者層：「客観的な情報」と「主観的な情報」から意思決定  
 意思決定者を補佐する者の層：「客観的な情報」を重視し、報告

利用者層ニーズに特化した機能・表示方法が有効

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN 24

ツイートから得られる情報というのはいろいろあって、GPSなど位置情報がある場合、あるいはそれがなくても、発言者の過去のツイートから、おおむね地域が特定される場合、プロフィールからわかる場合など、いろいろありますが、場所というのが非常に重要な要素である。もう一つは、このような画像であるとか、状況が抱えている客観的な情報と、さっきもありましたが、怖い、やばい、そういったような主観的な情報、これらに分類でき

ます。人によって、どの情報が役に立つのか、こういったものの見きわめも必要です。実際、意思決定をされる、例えば首長さんなどにおいては、客観情報も主観情報もどっちも必要だ、あるいは、いわゆる事務方、情報を集めて上に上げていく、このような場合は客観情報が必要だ、こういったこともユーザーへのヒアリングを通してわかってきています。

### 社会実装に向けた動き(国の施策)

- ・情報が不足しがちな災害対応初期時
- ・浸水・土砂災害の兆候や発生箇所に関する推定情報を集約
- TEC-FORCE派遣等の自治体支援など、様々な判断に活用

●ツイート情報から、浸水・土砂災害の兆候 ●推定した浸水・土砂災害の兆候や発生箇所を発生箇所を推定し、地図上に表示。 DIMAPS※により災害対応関係者で共有。

地図上への表示イメージ

平成27年6月11日に熊本県宇城市で発生した土砂災害の例

DIMAPSへの情報イメージ

平成28年度に仕組みの構築を行う等、災害対応へ順次導入

※「第9回水災害に関する防災・減災対策本部資料」より抜粋、一部改定

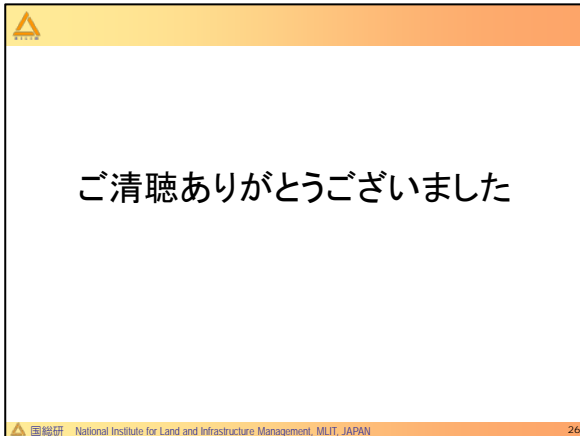
国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN 25

今後、こういった情報とその他の情報をいろいろ重ね合わせながら、総合的に表示するような仕組みをつくって、TEC-FORCEなど、いわゆる防災担当者向けに、我々はリリースをしようとしています。それらが実際の災害対策の場面で活用されるといいなと思っています。

最後に課題であります。口頭で申し上げますなら、1つは、山間部で起こる災害の場合に、結局人が余りたくさん住んでいらないので、ツイート自体の量も非常に限られる。今日、お見せした広島だとか阿蘇だとか、人が住んでいるところはいいのですが、そうでないところは非常に厳しいということがあり、配慮する必要があります。それから、このツイートだけでなかなか災害情報

というのはわからないため、実際には雨の情報とどう組み合わせていくか、降雨による土砂災害の検知も高度化していく必要があると思っています。あわせて、このソフトと実際の災害対策のハードの面、それらを合わせて、土砂災害対策をもっと高度化していくことができればと思います。

最後になりますが、本研究実施にあたり、共同研究の相手方であります株式会社富士通研究所の皆さんには大変お世話になりました。また試用版を導入して実際にテストを行っていただきました各地方整備局、都道府縣市町村の皆様にも御礼申し上げまして、私の報告とさせていただきます。



ご清聴、どうもありがとうございました。

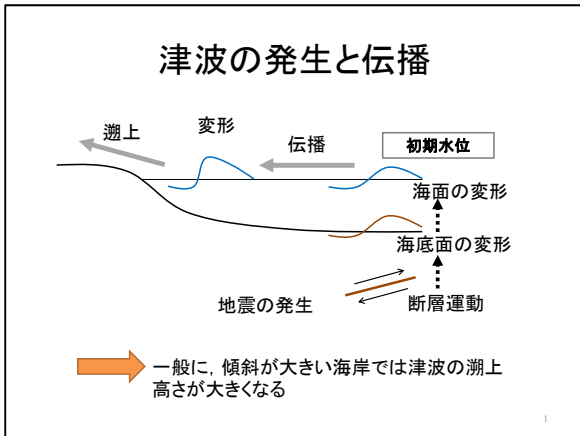


### 3.3 沿岸都市部を津波・高潮から守る (沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武)

**沿岸都市部を津波・高潮から守る**

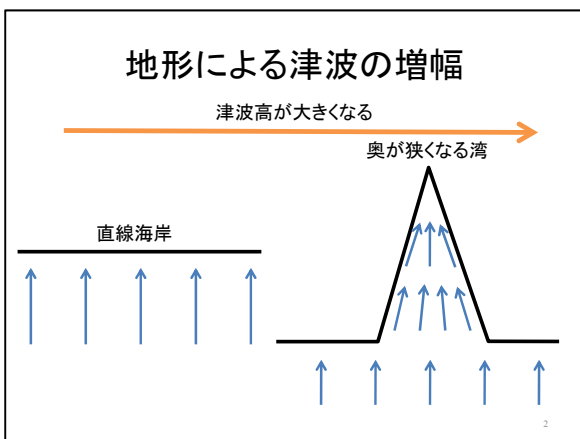
国土技術政策総合研究所講演会  
H27年12月3日  
沿岸海洋・防災研究部 鈴木武

沿岸海洋・防災研究部長の鈴木です。「沿岸都市部を津波・高潮から守る」ということで、お話をさせていただきます。

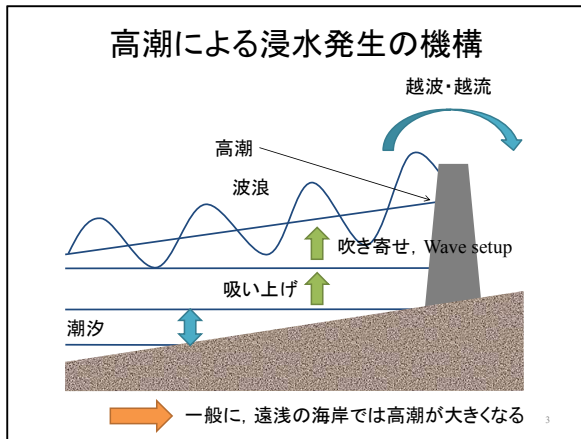


まず津波です。津波は、地震が発生すると、断層運動が起こり、海底面の変化が起こり、それを受けて海面が変化し、それが初期水位となって伝播し、変形し、遡上すると、このようになります。この過程で、基本的には傾斜が大きい海岸で津波の遡上が大きくなるとわかっています。津波は、一般に地震で起こると思われていますが、それ以外にも海底火山、海底地すべり、それから隕石の落下、こういったものでも起こり、隕石の落下の場合には数

百 m の津波が起こると考えられています。

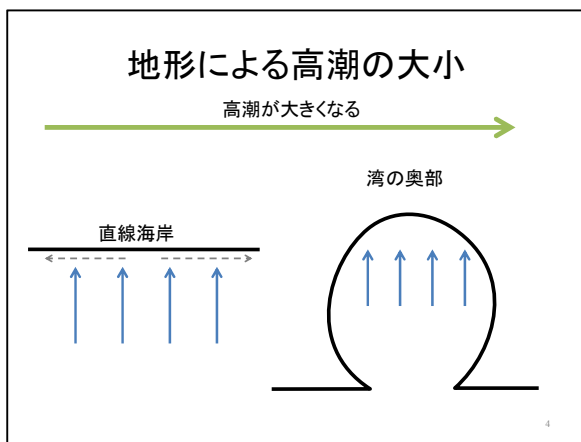


地形による違いですが、直線海岸ですと、津波が真っ直ぐに押し寄せます。奥が細くなる湾であれば、津波は収れんするので、奥で津波が高くなるということになります。そもそも津波が大きければ、直線の海岸でも大きな被害を起こすというのはご承知のとおりです。

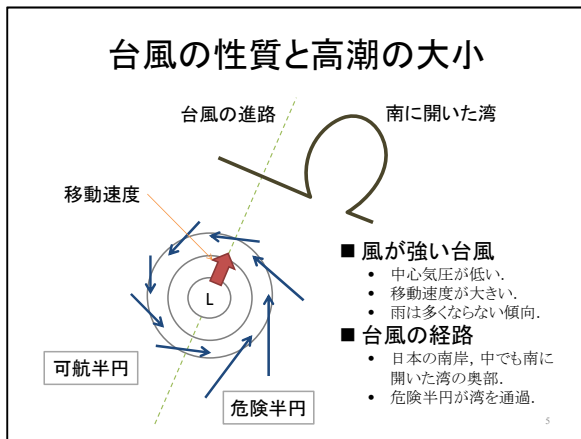


それから高潮です。高潮は、まず潮汐があります。そこに台風が来ると、気圧が下がって、吸い上げが起こって、台風の強い風で海水が吹き寄せられる。そのほかに、台風では強い波が来るので、波のエネルギーによって海水が押し寄せられる。それを「ウエーブセットアップ」と言いますが、これらによって高潮が起こります。このときに、大きな波も来ていますので、高潮に高波が合わさって、災害を起こすということになります。このメカニズ

ムから行くと、一般に遠浅の海岸で高潮が大きくなるということになります。

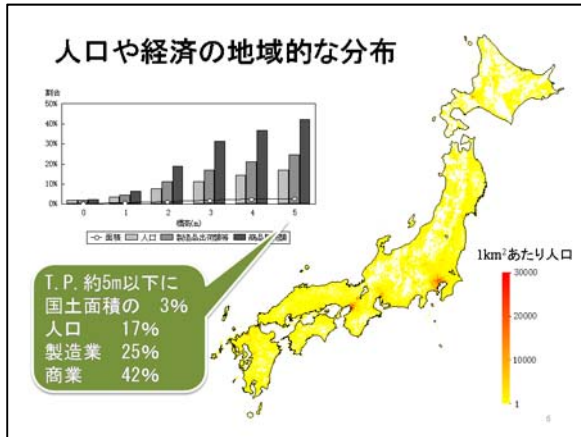


それから地形による差ですが、直線海岸と湾の奥部で比べると、直線海岸では海水が押し寄せてきたときに両側に若干流れますので、水位が少し下がります。湾の奥部では横に逃げませんから、高くなるということになります。



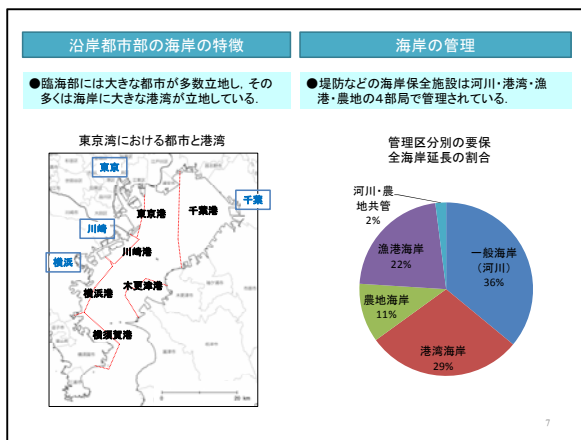
それから台風ですが、台風は目の周りに風が吹いています。台風が移動すると、台風の右側で風が強くなるということになります。この台風が湾に押し寄せるわけですが、風が強い台風で高潮が高くなります。どのような台風かという、中心気圧が低い、移動速度が大きいという、いわゆる風台風というものが危ないということになります。そのために、通常、雨は多くなりません。それから台風の経路ですが、日本の南岸、中でも南に向

いた湾の奥部に、この危険半円がかかるときに厳しい、このような条件になります。

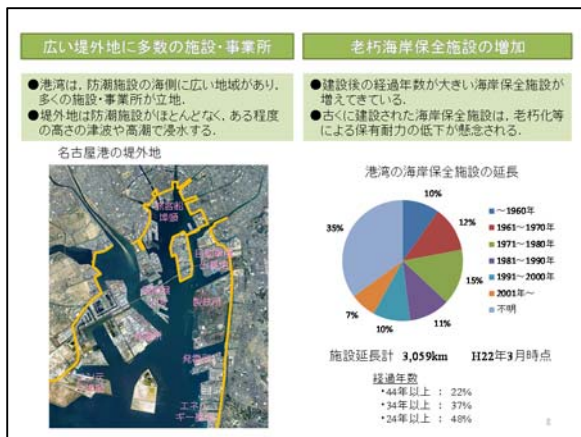


今まで災害外力について紹介しました。次に、被害を受ける側のところを紹介したいと思います。まず人口です。スライドの日本地図を見てください。赤くなっているところが人口の多いところです。三大湾の奥部、それから主要な都市のところが、薄く赤くなっています。それから標高で見ますと、T.P.の5m以下のところに国土の面積の3%があります。この3%に対して人口は17%、製造業は25%、商業は42%集積しているということで、津波

・高潮から守るといのは、日本にとって重要な課題だと言えます。



臨海部には大きな都市が多数立地していますが、その多くは、海岸に大きな港湾が立地しています。例えば東京湾の場合ですが、東京、川崎、横浜、千葉とあったら、港湾がこのようにあるという状況です。海岸は堤防などの海岸保全施設で守っているわけですが、これは河川・港湾・漁港・農地の4部局で守っています。4部局の割合は、要保全海岸延長で見ると、一般海岸36%、港湾海岸29%、農地11%、漁港22%となっています。



港湾の場合、防潮施設の海側に広い地域が存在します。そこに多くの施設、事業所が立地しています。これは名古屋港の例ですが、黄色い線が防潮ラインで、その外側にいろいろあります。堤外地は防潮施設がほとんどなく、ある程度の高さの津波・高潮で浸水するということになります。

次に防潮施設ですが、伊勢湾台風を契機に急速に整備されました。そのために、建設後の経過年数が大きい海岸保全施設が増えてきています。古くに建設された施設は、老朽化による保有耐力の低下が懸念されるというところであります。

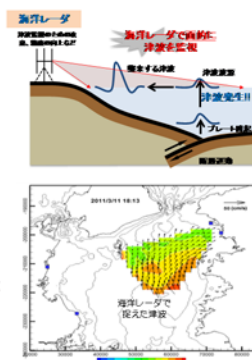
## ■ 短波海洋レーダーによる津波観測技術 ■

そうした状況の中で、沿岸海洋部で取り組んでいる研究について、幾つか紹介いたします。1つ目が短波海洋レーダーによる津波観測技術です。

### 海洋短波レーダーによる津波観測技術の開発

#### 背景

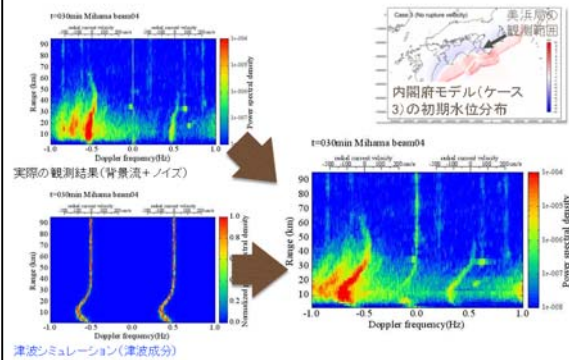
- 海洋短波レーダーは流況の観測を目的に、全国の閉鎖性海域（東京湾、伊勢湾、大阪湾、有明海）に設置。
- 紀伊水道に設置してある短波海洋レーダーを使ってH23年東日本大震災時の津波の進行波と副振動を面的に観測することに成功。



#### 研究内容

- 沿岸地域における津波被害の軽減に向けて、短波海洋レーダーで津波を観測するためのデータ取得・処理手法を開発する。

### 仮想津波観測実験による短波海洋レーダーの評価



海洋短波レーダーは流況を観測するために、東京湾、伊勢湾、大阪湾、有明海に設置されています。紀伊水道に設置してある短波海洋レーダーを使って、平成23年に東日本大震災のときの津波の進行波と副振動を面的に観測するという事に成功しました。

これを受けて、沿岸地域における津波被害の軽減に向けて、短波海洋レーダーで津波を観測するためのデータの取得方法や処理方法を開発することで研究に取り組んでいます。

取り組んでいるのですが、それを検証する必要があるもので、こういったことをやっています。まず、上が実際にレーダーで観測したデータです。これに対して、内閣府が想定した津波の波形を入れてやって、その場合に得られるであろう信号をつ

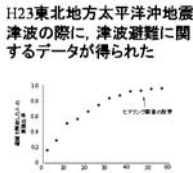
くり出します。これを合成した信号を津波時の信号として使って、それをもとにレーダーでうまく津波がはかれるかということで研究を現在、進めています。

■ 港湾地域での津波避難シミュレーション ■

次、港湾地域での津波避難シミュレーションです。

津波避難シミュレーションの高度化及び避難計画作成方法の検討

経済活動が多くなされ、津波に対して脆弱な港湾地域において、ハード対策の制約を踏まえ、効果的な被害軽減策が必要。



H23東北地方太平洋沖地震  
津波の際に、津波避難に関するデータが得られた

H16のインド洋大津波以降、沿岸防災研究室では、津波避難シミュレーションモデルの開発に取り組んできた

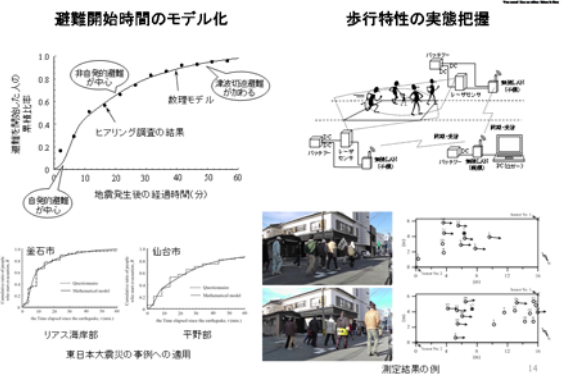


港湾地域における津波被害軽減のため、港湾地域の実態を反映できる津波避難シミュレーション技術の開発と、それを使った避難計画作成例の提示を行う。

経済活動が多くなされ、津波に対して脆弱な港湾地域においては、ハード対策の制約がありますので、効果的な被害軽減策が必要ということになります。そのために、平成16年のインド洋津波の後に、当部では津波避難シミュレーションモデルの開発ということに取り組んできています。平成23年に東北地方太平洋沖地震津波がありました。それを受けて、港湾地域における津波被害軽減のために、港湾地域の実態を反映できる津波避難シミュレーション技術を開発する。それを、避難計画作成にどう使ったらいいかということを示すという

ことで研究を進めています。

津波避難シミュレーション高度化の取組



例えば、避難開始時間モデルということで、避難は最初に自発的避難が起こって、次に非自発的避難が起こって、最後に切迫避難が起こるということが考えられますので、そういったモデルをつくりました。それから、避難シミュレーションでは行動特性を把握することが大事ですので、避難訓練のときに、歩行を実際に計測して、それをもとに避難シミュレーションを改良するというをやっています。

■高潮に対する港湾地帯の安全性の確保■

次に、高潮に対する港湾地帯の安全性の確保です。

### 研究の背景

**気候変動による高潮浸水リスクの増大**

- 地球温暖化によって海面が上昇し、台風が強くなれば、高潮が大きくなる。
- 三大湾、瀬戸内海等の人口・資産が集中する地域で高潮リスクが大きい

気候変動の影響を考慮した高潮による浸水人口の分布

**台風等による高潮災害の発生**

- 高潮に対する防御が不足している港湾地域で高潮災害が発生

台風1330号 (Hayan) によるフィリピンの港湾地域の被災状況

H26年12月台風発生時に種室港から漂流した船舶

台風16号 (H16年8月) による丸亀港の防波堤被害

台風18号 (H21年10月) による三河港の高潮浸水

地球温暖化によって海面が上昇し、台風が強くなれば高潮が大きくなります。それで、高潮のリスクを予測すると、この図のようになって、三大湾、瀬戸内海等の人口・資産が集中する地域で高潮リスクが大きいということがわかっています。また近年、高潮に対する防御が不足している港湾地域で高潮災害が発生しています。これは昨年起こった根室港での高潮で、港湾背後の市街地が浸水している状況です。それから、フィリピンでの高潮、

あるいはハリケーン・サンディによるニューヨーク・マンハッタンの高潮浸水がありますが、外国の場合は防潮施設がないので、高潮が起ると、そのまま被害を受けるということになっています。

### 高潮災害に対する港湾地帯の安全性の確保に関する研究

**潮位・波浪観測の高度化**

- ・湾域の潮位・波浪を既存施設を活かして面的かつ効果的に把握する手法を開発

大阪湾奥の観測地点

**高潮浸水予測の高精度化**

- ・港湾域における高潮浸水予測を高精度化する技術改良を行う

高潮シミュレーション

**防潮施設の外力評価**

- ・防潮施設の設計条件を超える外力を実験等によって把握・検証

台風防災実験施設(風洞水槽)

潮位・波浪観測システムの更新の機に活用  
施設整備や遊覧等のための浸水予測に活用  
防潮施設の耐力評価手法に繋げていく  
防潮施設の設計や遊覧等の高度化に活用

そのようなことで、高潮災害に対する港湾地帯の安全性を確保するというところで研究を進めていくということにしています。内容としては、潮位・波浪観測を高度化するというところで、湾域の潮位・波浪を、既存施設を使って面的かつ効果的に把握する方法を開発するというのを一つ、やろうと思っています。それから2つ目として、高潮浸水予測の高精度化ということで、港湾域は地形が非常に複雑ですので、予測が難しいということで、そこ

での高潮浸水予測を高精度化するというところで取り組みます。それから防潮施設の外力評価ということで、防潮施設に働く力を実験によってしっかり把握するということをやりたいと思います。

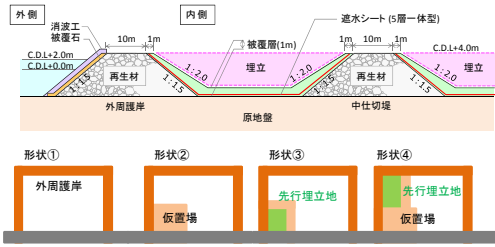
■災害ガレキを活用した海面処分場の整備■

18

次にガレキの処理です。

災害ガレキを活用した海面処分場の整備

- 大規模な地震・津波が発生すれば、大量の災害廃棄物が発生する。
- 被災地近傍に災害廃棄物の海面処分場を緊急に整備する対応を想定し、建設方法、受け入れ開始時期等について検討を行った。



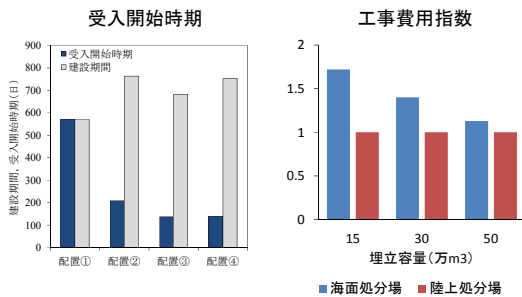
19

大規模な地震、津波が発生すれば、大量の災害廃棄物が発生します。これを円滑に処理していく必要がありますので、そのためには、方法の一つとして、被災地の近傍に海面処分場を緊急につくって、災害廃棄物を処分するということが考えられます。ですので、建設の方法や受け入れ開始がどのぐらいまでできるかということについて検討を行いました。

考えられる方法としては、災害ガレキを使って、傾斜堤をつくり、それを使って海面処分場にするといったことが考えられるわけです。それを一つ想定します。通常であれば外周護岸をつくって、全部できたときに廃棄物を投入するのですが、これだと時間がかかってしまいますので、最初に仮置き場をつくって、それから外周護岸をつくる。あるいは先行埋立地をつくって、それから外周護岸をつくる。そして②と③の組み合わせ、こういったものについて検討してみました。

考えられる方法としては、災害ガレキを使って、

受入開始時期と工事費用の推計結果



- ◆ 先行受入施設を整備することで廃棄物を受入開始時期が7~4.5月以下になる。
- ◆ 建設条件によってどの配置が有利かが変化する。
- ◆ ガレキを利用することで建設費用が低減でき、50万m³で陸上に近づく。
- ◆ 関連経費を含めるとどうなるか分からないが、さらなる建設技術の開発が望まれる。

結果ですが、このグラフのグレーが建設期間になります。受け入れ開始は青い棒になって、先行受け入れ施設をつくれれば、当然のことながら非常に早くなって、7カ月から4.5カ月で受け入れ可能ということがわかりました。

次に工事費用ですが、陸上を1として比べてみると、埋め立て容量というのは海面処分場の大きさですが、50万m³ぐらいまで大きくしてやると、大体陸上と同じぐらいになってくるということが

わかりました。ただしこれは、用地買収費とか運搬費を入れていませんので、そういったものが入ってくると、この関係はまたちょっと変わってくるということになります。

## まとめ

- 津波や高潮の物理的な特性と日本の地理・経済の特徴を紹介し、そこから、沿岸都市部を考える場合には、港湾域を想定した沿岸災害からの防御・安全・回復力の確保が重要であることを示した。
- 沿岸都市部の津波や高潮対策にどう取り組んでいくかについて幾つかの取組を紹介した。
  - 短波海洋レーダーによる津波観測技術の開発
  - 港湾地域における津波避難シミュレーション技術の開発
  - 災害ガレキを活用した海面処分場の整備技術

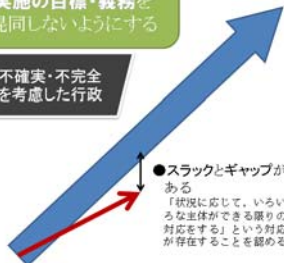
21

まとめですが、ここはちょっと繰り返しのになるので省きまして、最後に、津波・高潮に対する対策をどうやっていくかということに対して、2つほど考えたらいいのではないかとこの視点を紹介したいと思います。

## 目標・義務の2つの階層

政策の志・方向付と  
実施の目標・義務を  
混同しないようにする

不確実・不完全  
を考慮した行政



●スラックとギャップがある  
「状況に応じて、いろいろな主体ができる限りの対応をする」という対応が存在することを認める。

### 政策の志・方向付

- 問題の構造が複雑
- 不確定要素が多い
- 情報や知識が不足
- 「高めの目標」や「割り切った目標」を設定することになる

### 実施の目標・義務

- 施策ごとに多種の目的や制約を同時に考える
- 合理的に実行可能な範囲で考える
- 良適(≠最適・完璧)になることを理解する
- そのうえで知恵と努力を絞り出す

22

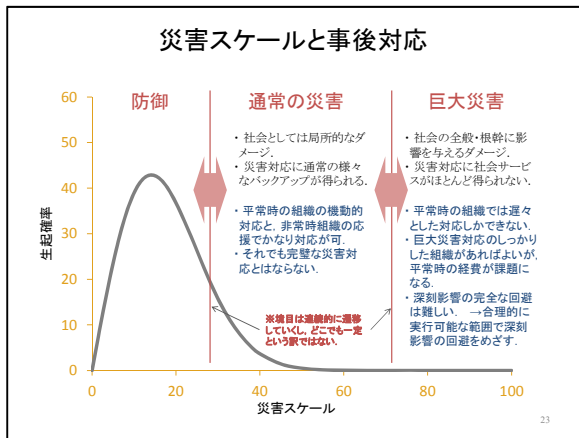
まず1つは、政策全体の志とか方向づけというものがあります。例えば地球温暖化であれば、気温上昇を2℃以下に抑えるとか、このようなものですが、そのようなものに対して、個別施策の実施の目標、あるいは義務づけ、こういったものは、完全に対応したものになるというわけではないと考えられます。なぜかといいますと、政策の志・方向づけについては問題の構造が複雑、不確定要素が多い、それから情報、知識が不足しているという中で、高

めの目標や割り切った目標というものを設定するということになります。一方で、実施の目標・義務は、施策ごとに複数ある目的や制約を同時に考えます。そういった中で実際にやるので、合理的に実行可能な範囲で考えることになります。また、本当に完璧な最適とか、完璧な完璧とか、そのようなものは実際にはできないので、良適というレベルで考えていくということになると思います。

そういったことで、この2つの矢印の間にはスラックとギャップがあるということを認識しておく必要があると思います。スラックというのは余裕という意味で、例えば津波・高潮対策であれば、最後の最後は状況に応じていろいろな主体ができる限りの対応をする、このような対策は残っているわけです。これは暗にあるわけで、こういったことまでであるという前提の中で何がいいのかということを考えていくということになると思います。

以上を踏まえると、政策の志・方向づけと、実施の目標・義務、こういったものを混同しないということが大事なことだと思います。

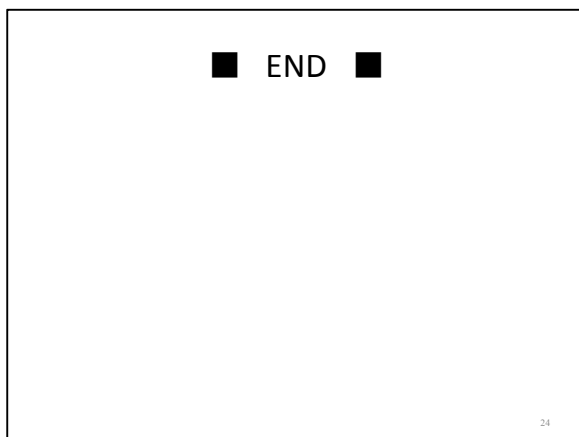




次に、災害のスケールと事後対応です。横軸が災害スケール、縦が生起確率のイメージ、全くのイメージ図ですけれども、このようなことで考えたときに、まず災害スケールの小さいところは防御で、例えば防潮施設で防御するといったことをするわけです。それを超えると災害が発生して、通常起きているような災害であれば、社会全体としては局所的なダメージになりますので、災害対応に通常のさまざまなバックアップが得られて、その中

で対応していくということになります。ですので、平常時の組織の機動的な対応と、非常時組織の応援でかなりの対応が可能ではないかと思えます。完璧にはならないと思えます。

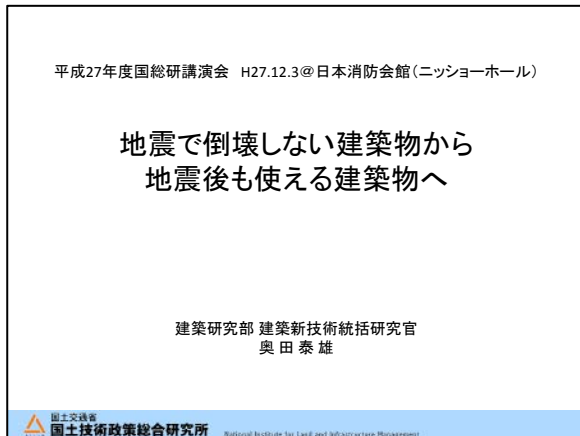
それで、それを超えて非常に大きな災害になったらどうなるかということ、社会全般、あるいは根幹にまで影響を与えるダメージを受けるということになります。そうすると、災害対応に社会サービスがほとんど得られないという状況になります。そのような状況では、平常時の組織では遅々とした対応しかできないということになります。一方で、自衛隊のような非常時でも動けるしっかりした組織があればいいのですが、その場合、平常時の経費が課題になるということになります。深刻な影響の完璧な回避ということはかなり難しいということになりますので、その中で合理的に実行可能な範囲で深刻影響の回避をどこまでやれるかということを考えていくことが大事なのではないかと思えます。あと、ここに線を入れていますが、線があるわけではなくて、連続的に推移していきますし、この場所も一定でもないのです、概念ということで理解していただいて、ケース・バイ・ケースで考えるということだと思います。



以上です。



### 3.4 地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ (建築研究部建築新技術統括研究官 奥田 泰雄)



皆さん、こんにちは。建築研究部の奥田でございます。「地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ」という題で発表させていただきます。



この写真は京大の中島先生からご提供いただいたものですが、阪神大震災での RC 造の建物の被害の事例です。右側の建物の 3 階部分が層崩壊しています。この建物は 1981 年前に竣工した建物です。左側の建物が 1981 年後に、いわゆる新耐震で設計された建物で、こちらは倒壊していない。ほぼ同じような形状の RC 造の建物ですけれども、このような被害に大きな差が出たということがわかります。



ただし、この左側の建物の内部はこのように大きな被害が発生していたということがわかります。

最低基準である**建築基準法**が要求すること  
大地震に対して、建築物内部が損傷を受けても、**建築物は倒壊せず**、室内にいる人命を守ること

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management 3

そのような意味で、最低基準である建築基準法では、このような大地震に対して建築物内部がたとえ損傷を受けたとしても、建物全体としては倒壊せずに、室内にいる人命を守ることが最低基準として求められているところでございます。

東日本大震災(2011年3月11日)では、庁舎や共同住宅に損傷や変形等が発生



これにより...

- ① 災害活動の拠点や生活の場である建築物の**継続使用が困難**に
- ② 損傷の修復に時間と費用を要し、**円滑な復旧・復興の妨げ**に

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management 4

また4年前の東日本大震災での事例ですが、庁舎や、あるいは共同住宅にこのような損傷、あるいは大きな変形が発生している事例があります。このときも、いわゆる新耐震の建築物で倒壊といった被害は確認されてはいないのですけれども、非構造材でのこのような被害、あるいは扉等の被害が出て、実際に建物として継続使用が困難になったという事例が報告されています。

最低基準である**建築基準法**が要求すること  
大地震に対して、建築物内部が損傷を受けても、**建築物は倒壊せず**、室内にいる人命を守ること

総プロ「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」の目標  
大地震に対して、建築物が倒壊しないだけでなく、**建築物の機能が継続**するように、建築物の**損傷を制御**する

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management 5

そこで、我々は建築基準法が要求すること以上に、災害拠点建築物の機能継続技術の開発という研究の目標として、大地震に対して建築物が倒壊しないだけでなく、建築物の機能が継続するように、建築物の損傷を抑える、損傷を制御するということを目指して研究開発を進めているところでございます。

本日は、その中で2つの事例についてご紹介します。まず、袖壁を活用した損傷制御設計法です。

**■そで壁を活用した損傷制御設計法**

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

**社会に要求されているこれからの建築物**

- 建築物の地震後の**継続使用**を如何に**確保**するか
- 地震により低下した**機能**を如何に迅速に**回復**させるか

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

この図は建物の地震時の荷重と変形の関係のポンチ絵なのですが、いわゆる建築基準法で要求している性能というのは下の曲線であって、それに対して、大地震後も継続使用するための性能としては、変形が抑えられること、それから耐力自身も大きく向上することが要求されると考えられます。

**実大5層鉄筋コンクリート造建築物の載荷実験**

- ▶ 従来の構造設計では、そで壁などの性能評価は複雑で取り込まれてこなかった。そのため構造骨組みに悪影響を与えないように**スリット**を入れて縁を切っていた。
- ▶ 近年の国土交通省 建築基準整備促進事業により、**壁つき部材のモデル化・評価方法について基準**が整備された。(2015年度版構造関係技術基準解説書に反映)
- ▶ 壁つき部材を含む鉄筋コンクリート造架構の靱性型設計法 ひび割れ性状、非構造材を含めた継続使用性についてはほとんど検証されていない。
- ➡ **実大建築物**の載荷実験により壁つき架構の性能を検証する。

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

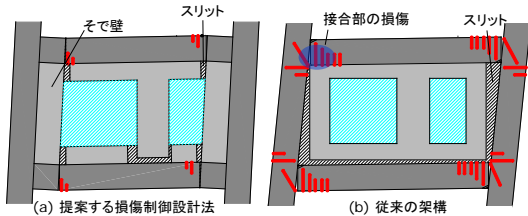
従来の構造設計では、袖壁と言われるものの構造性能が複雑でよくわからないということもあって、構造骨組みに影響を与えないようにスリットを入れて縁を切るという形で、構造設計の中では取り込まれていませんでした。

しかし、近年の国土交通省の建築基準整備促進事業により、壁つき部材のモデル化、あるいは評価方法について基準が整備されて、今年、いわゆる黄色本にその成果が反映され、設計者が使えるような形

になってきたところであります。しかしながら、このような鉄筋コンクリート架構の靱性型設計法というのが黄色本等に取り上げられたのですが、実際にひび割れの性状とか非構造材を含めた継続使用性については、まだほとんど検証されていないというところが実情です。そこで、実大の建築物の載荷試験をすることによって、そのような壁つき架構の性能を検証するというのを、この研究の中で実施しています。

### そで壁を活用した損傷制御設計法の提案

- ▶ 従来の架構に対し、スリットの位置を変えて同程度のコストで地震時の損傷・変形を低減させる
- ▶ はりの損傷位置がそで壁端に移動すると、接合部が損傷しづらく、修復作業を軽減できる



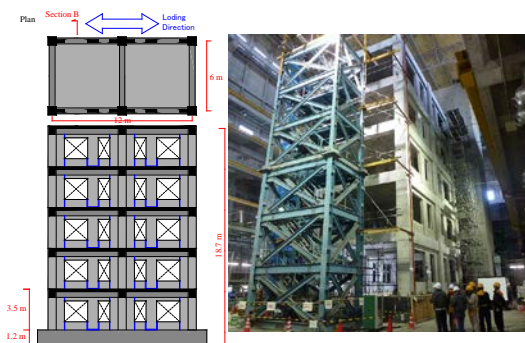
(a) 提案する損傷制御設計法 (b) 従来の架構

国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

イメージなのですが、右側が従来の架構と考えていただければいいと思います。柱はりの間に壁があるのですけれども、壁はそれぞれ構造躯体から縁を切ったような状態になっている。今回、提案する損傷制御設計法は、この柱にある袖壁を、縁を切らずに取りつける形のを提案しています。一つのメリットとしては、スリットの位置を変えているだけなので、基本的にそんなに大きなコスト増は考えられない。従来とそんなに変わらないコストでつく

れるだろうと考えます。また、このようなところ（接合部以外）でスリットを入れることによって、柱はりの接合部での損傷を回避できるということが予想されます。

### 実大5層鉄筋コンクリート造建築物の載荷実験

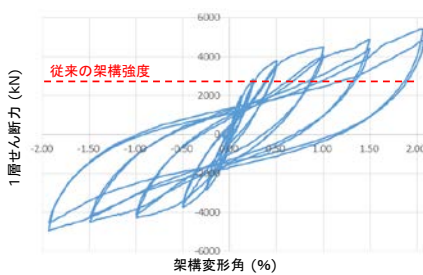


国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

これが、昨年実施した試験の状況です。高さが 20m 近い 5 層の RC 増の実大の建物に静的加力試験を実施しました。

### 提案する架構の性能

- ▶ 壁を切り離した架構の計算強度を大きく上回る (約1.5倍)
- ▶ 急激な変形・損傷の進行(強度の低下)は見られない

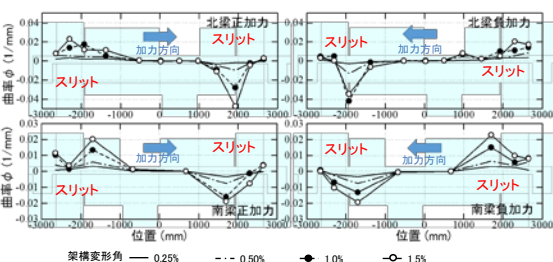


国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

壁を切り離した従来の架構強度に対して、約 1.5 倍の強度があるということが確認できたことと、それから急激な変形・損傷の進行などが見られなかったということが確認されました。

### 提案する架構の性能

- ▶ はりの変形は特にスリット部分に集中している



国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

具体的に、はりの変形について調べたものですが、ちょっと色が薄いのですけれども、横に薄くはりがある、その左右に柱があるように見えると思います。それぞれ、スリットを入れているところで曲率が大きくなっている。スリットのところで曲げ変形が生じているということが確認されました。



この写真が試験体の終局状態です。柱はりの接合部は健全に残っていて、はりのスリットを入れた袖壁との境界のところではび割れ等が発生している。あと、1階の袖壁が損傷して、逆に柱自体の崩壊を防止しているということも確認されました。

右の写真は、これはまた同じく阪神大震災での被害の事例なのですが、このように、いわゆる×印の形で、柱はり接合部が大きな損傷を受けていて、この建物などはもう建てかえを余儀なくされた

と聞いていますけれども、このような被害、破壊モードにはならず、はりの部分での損傷に抑えることができたということが確認されました。

### 非構造部材(窓枠サッシ)の限界性能

▶ 非構造部材も層間変形角0.75%程度で使用不能となる

代表 変形角	1階 変形角	スリット挿入工法(本側)				既存工法(構側)			
		引違い窓	引違い窓	引違い窓	引違い窓	引違い窓	引違い窓	引違い窓	引違い窓
0.250%	0.187%	△	○	△	○	△	○	△	○
0.500%	0.403%	▲	○	△	○	△	○	▲	▲
1.000%	0.826%	▲	○	×	×	×	×	×	×

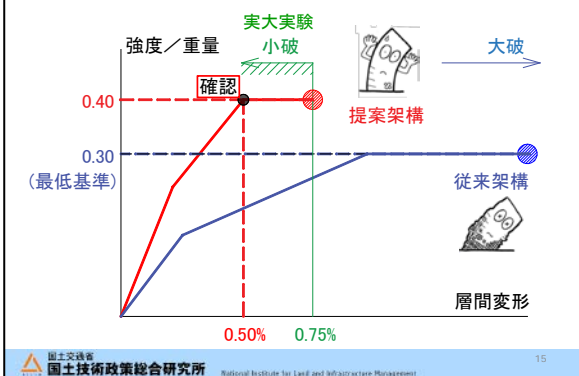
△: 軽微、▲: 損傷(支障)あり、× 損傷大(不能)

国土交通省  
国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

また、先ほどの東日本大震災の事例でも申しましたように、変形が大きくなったために、扉などがあかないという事例があったのですけれども、この非構造部材の層間変形角との関係についても同時に調べています。幾つかのこのような窓枠、窓サッシについて試験をしまして、代表的な層間変形角が0.5%ぐらいであれば、ほぼ損傷は抑えられている。ただし、1%になってくると、やはり損傷が大きくなって、最終的には施錠ができないとか、あるいは開閉でき

ないといったことがあるということがわかりました。

## 大地震に被害を「小破」に留めるための要求性能

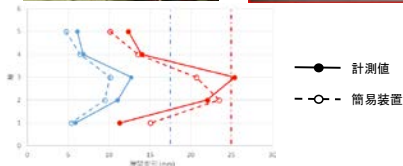


全体のイメージですけれども、大震災の被害を小破にとめるための要求性能としては、まず変形については、先ほど申しましたように、例えば0.5%以内であれば、扉などもほぼ使えるだろうということで、0.5%。それから、建物の耐力自体に関しては、いわゆる0.4のせん断係数ぐらまでであったということが確認されました。従来は大体0.3ということなので、1.3倍程度上昇しているということが確認されて、最終的には0.5ないし0.75%ぐらの変形までで

あれば小破と考えられて、継続使用が可能ではないかというふうに考えております。

## 地震時の継続使用可否の確認方法

- ▶ 地震時の損傷限界(変形)は簡易な装置により確認可能



また、どのくらいの変形を生じたのかというのを記録する簡易な装置ということで、このようなけがきを用いた装置も同時に開発しました。実際に実験時にこれを使って、変形量などを記録するということが、きちっと記録できるということも確認しています。このようなものを実際の建物に実装すれば、地震を受けた後にどのくらいの変形が生じていたかということの後から確認することができますので、先ほど申しましたような変形量以内におさまっている

かどうかということを確認することができるかと考えております。

## 実大RC造5層建築物の実験のまとめ

- ▶ そで壁を活用したRC造5層建築物の実験を行った。提案方法により、大地震時の損傷・修復作業が軽減することを示した
- ▶ 建築物を大地震時の損傷を小破に留めるには、層間変形角0.50%時にせん断力係数が0.40以上を確認する必要がある
- ▶ 非構造部材は小破以降で使用不能となった。簡易な装置により、地震後の継続使用の可否は判断しうる。



そで壁を活用した損傷制御設計法の提案  
大地震後に大規模な補修をすることなく継続使用可能な架構の提案

まず、実大5層の実験のまとめですが、袖壁を活用したRC5層の建物の実験を行いました。大地震の損傷・修復作業が軽減するであろうということがわかりました。また、大地震の損傷を小破にとめるためには、層間変形角は0.5%、そのときにせん断力係数が0.4以上を確認する必要があるということがわかってきました。また、非構造部材は小破以降で使用不能になったということですので、簡易な装置によって、地震後の継続使用の可否については判断で

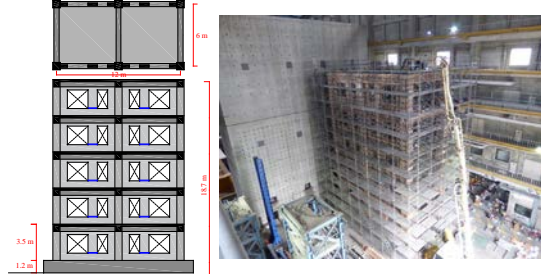
きるのではないかと考えています。

今後、このような袖壁を利用した損傷制御設計法の提案と、それから地震後に大規模な補修をすることなく、継続使用可能な架構の提案を考えています。



## 2015年度の実大建築物の載荷実験

- ▶ そで壁に加えて腰壁や垂れ壁を設計に活用することで大地震後に柱やはりに補修の要らない構造を実現する(一般公開日 12/21, 事前登録 12/3 〆切, 最大50名まで)



今年度も12月21日に実験を予定しております、ここでは袖壁に加えて腰壁とか、あるいは垂れ壁を設計に活用することで、今度は柱やはりに補修の要らない構造を実現しようという目的で、また実大5層の実験を実施予定しています。この成果についても、また別の場でご報告いたします。

## ■ 吊り天井の耐震対策の検討について

続いて、吊り天井の耐震対策の検討についてでございます。

## ■ 吊り天井の耐震対策の検討について



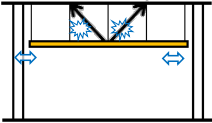
- 2011年東日本大震災ほかの際に、建築物(特に体育館などの大スパン構造物)の吊り天井の脱落が生じたため、構造躯体の損傷がなくても、安全性だけでなく、機能継続性の観点からも問題となった。
- 2013年に国土省告示771号(建築基準法)において天井脱落対策に係る技術基準が規定された(安全性)。
- 新たな技術基準を追加するための検討を現在進めている。

吊り天井の耐震対策の検討ということで、この事例は東日本大震災での被害事例なのではございますけれども、多くのこのような、在来工法と言われている吊り天井の脱落が生じて、構造躯体自体は損傷がなくても、下にいる人の人命の安全とか、あるいは建物自体の使用継続性の観点から問題であるということが指摘されています。2013年に告示が定められて、いわゆる天井脱落に対する基準というのが規定されました。またさらにこの研究では、安全性だけではなく


て、地震後も使い続けられる天井というものを開発する目的で始めています。

■ 現行の告示による吊り天井について

- 地震時に天井に生じる慣性力を、天井裏の斜め部材等で受けて構造体等に伝達。
- 水平変位を生じ、天井面と周囲の間に適切に隙間を設置。
- 斜め部材をある程度天井裏に設置する場合、天井裏を設備等の配置に用いるには不便。



現告示による天井のイメージ



天井裏の斜め部材の配置例

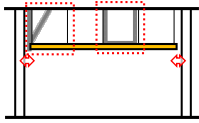
国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management 21

まず現行の吊り天井のイメージですが、このような形で、吊り材で天井を吊っています。横に揺れないように斜材をたくさん入れてあります。少し揺れても、壁とかに当たらないように隙間をつくるということが求められています。このように斜材がいっぱい入ることによって、本来、天井の裏というのは、天井に取りつけられる空調設備とか、あるいは電気設備等の配線とか配管のためのスペースでもあるのですけれども、そのような設備の配置には非常に不


便であるということが言われています。

■ 「高耐震吊り天井」の開発について

- 地震時に天井に生じる慣性力を、天井裏の水平力抵抗部材で受けて構造体等に伝達。
- 中地震から大地震程度に対して「天井面の形状及び非共振状態を維持できる」ことを目標とする。
- 天井周囲に生じる隙間は現告示60mm以内より小さくすることを想定。
- 天井裏の部材は少なく、天井裏の利用の自由度を高くする。



「高耐震吊り天井」のイメージ



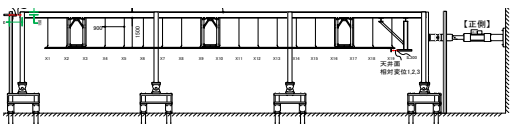
吊り天井の天井裏の例

国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management 22


そこで、高耐震吊り天井というものを考案しています。水平力抵抗部材というものを従来の吊り天井に挿入する、実装するという形で、これによって地震力の水平力を分担させる、あるいは天井面の形状及び非共振状態を維持できるということを目指しています。また、先ほど申しましたように、現在の告示では、天井と壁との隙間を60mm以上というように規定しているのですけれども、それよりも小さくすることを考えています。さらに、このような形

での抵抗部材ですので、天井裏の利用の自由度を高くするという目的であります。

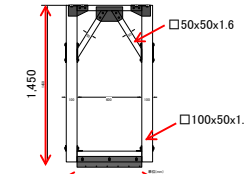
■ 「高耐震吊り天井」の動的加振実験の試験体概要



試験体の概要(長さ1650mm、幅480mm、吊り長さ1500mm、重さ1.2t)



試験体の設置状況

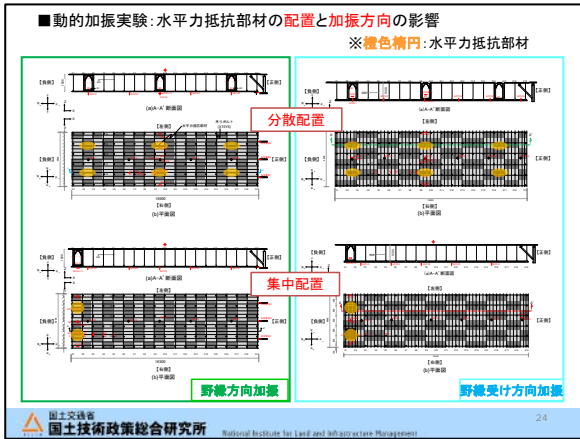


他の部材は従来の吊り天井と同じ

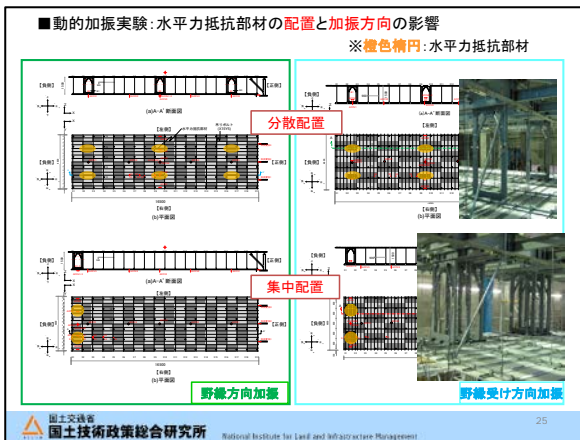
水平力抵抗部材(約27kg/個) 立面図

国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management 23

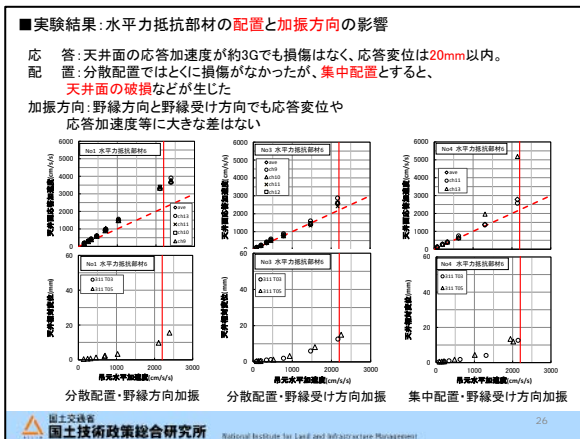
具体的には、このような水平力抵抗部材というものです。これを、従来の吊り天井に配置する。これが実験時の状況です。



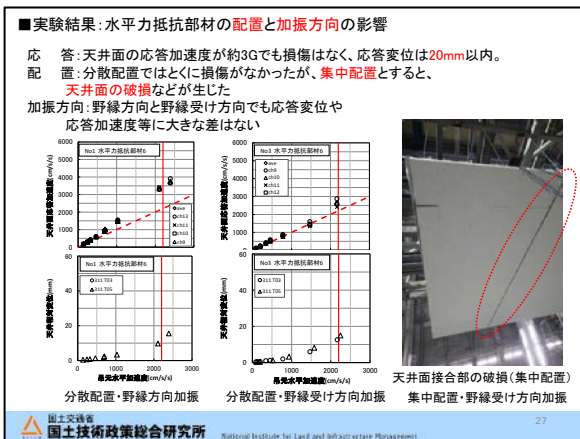
幾つかのパターンについて実験を実施しました。上の段は、黄色く示している部分が抵抗部材です。6台の抵抗部材をつり合いよくというのですか、均等な形で分散して配置したもの。下の図は、同じ6台ですけれども、左側に寄せた形で集中配置したもの。この2種類のパターン。



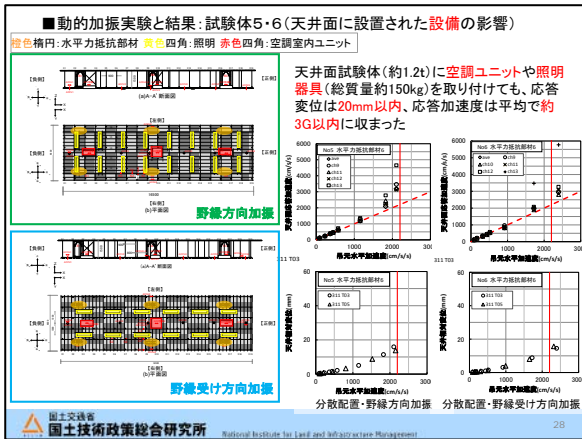
それから左右は、吊り天井には方向性がありまして、いわゆる野縁方向、それからそれに直行する野縁受け方向という形で、その方向性についても2種類に分けて実験を実施しました。このような形(写真)です。集中配置したものはこのような形(写真)で、天井の左側にまとめて実装したものです。



これは実験結果なのですが、応答に関しては、天井面の応答加速度が約3Gであっても、ほとんど損傷はなくて、全体の応答変位も20mm以内、先ほど60mm以内に抑えるということでしたけれども、20mm以内であるということがわかりました。ただし、分散配置では特に損傷はなかったのですが、集中配置をすると、天井面に破損が生じたということがわかりました。また、先ほど言いました



方向性に関しては、応答変位、あるいは応答加速度について特に大きな差はなかったということがわかりました。



また、先ほど申しましたように、天井には色々な設備が取り付けられています。空調ユニットとか、あるいは照明器具などを設置した形でも実施してみました。総重量が150kgぐらいの空調ユニット、あるいは照明器具をつけた状態で実施しましたが、設備はあってもなくても、応答値には影響がなかったということが確認されています。

■「高耐震吊り天井」の検討について

- 災害拠点建築物に設ける吊り天井の耐震性向上を目指して、執務室を主な設置対象に想定した「高耐震吊り天井」の開発を実施した。
- 「水平力抵抗部材」を吊り天井(80㎡、1.2ton)に約良く6個配置(分散配置)した動的加振実験より、吊り元加速度2000gal・天井面加速度3000gal程度(告示では天井面最大設計加速度2200gal)まで天井が無損傷であり、変位は20mm程度以内(告示では隙間は60mm以内)に納められること、加振方向や天井面の設備の影響も小さいことを確認した。
- 今後は、静的・動的実験の結果を踏まえ、設計時に活用できるように、庁舎への適用について設計例を作成するとともに、災害拠点建築物における吊り天井の設計の手引きを検討する予定である。

国土交通省 国土技術政策総合研究所

この高耐震吊り天井についてのまとめですが、災害拠点建築物に設ける吊り天井の耐震性向上を目指して、執務室など、主な設置対象を想定した高耐震吊り天井の開発を実施したということと、水平力抵抗部材を吊り天井に吊り合いよく6個配置して、吊り元の加速度が約2G、それから天井面での加速度が3G程度では天井が無損傷であるということ。それから、変位が大体20mm以内に抑えられるということが確認できたということです。今後は、静的あるいは動的実験の結果を踏まえ、設計時に活用できるように、色々設計例を作成するとともに、設計の手引きというものを検討してまとめる予定でございます。

は動的実験の結果を踏まえ、設計に活用できるように、色々設計例を作成するとともに、設計の手引きというものを検討してまとめる予定でございます。

■総プロ「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」(H25~28)

- そで壁を利用した損傷制御法・使用安全性簡易確認装置
- 高耐震吊り天井
- 外装材脱落を考慮した耐津波設計法
- 低抗力津波避難ビル
- 漂流物対策の調査
- 飛来物耐衝撃性能評価法
- 災害拠点建築物の設備システム

平成28年度は、これまで開発した技術を用いた試設計を実施し、設計で活用できることを確認し、災害拠点建築物の設計ガイドラインに資する。

国土交通省 国土技術政策総合研究所

災害拠点研究は、今のご紹介した2例以外にもさまざまな、地震以外の荷重、外力に対しても機能が維持できるためにはどうすればよいかということで、例えばこれは津波を想定した建物ですが、このような外装材脱落を考慮した対津波設計法とか、抵抗力型の津波避難ビルの設計法、あるいは漂流物対策の調査、あるいは竜巻などで発生するような飛来物に対しての性能評価法、あるいは災害拠点建築物の設備システムについての検討なども並行して実施

しているところでございます。

来年度が最終年度であるのですけれども、これまでに開発した技術を用いて試設計を実施して、設計で活用できることを確認して、最終的な設計ガイドラインに資するものをまとめたいと考えております。

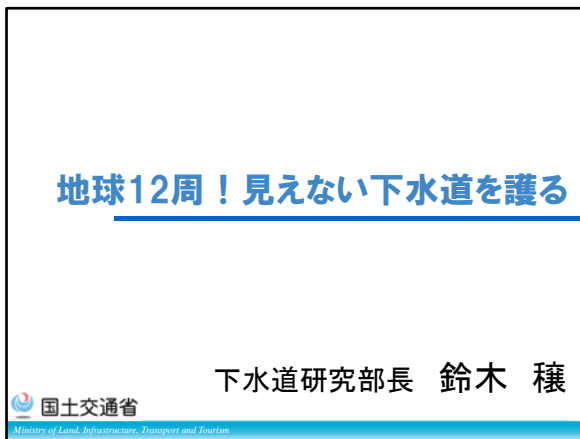
どうもご清聴ありがとうございました

ご清聴ありがとうございました

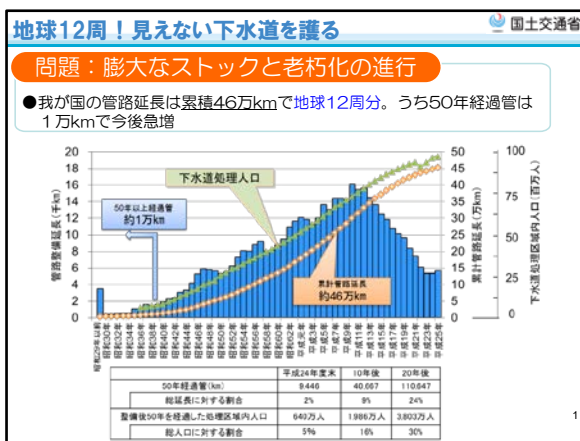




### 3.5 地球12周！見えない下水道を護る (下水道研究部長 鈴木 穰)



ご紹介いただきました下水道研究部長の鈴木でございます。このようなタイトルで発表させていただきます。



まず下水管の状況ですけれども、これは横軸に年度をとっておりまして、縦軸に各年度の下水道の整備延長を示しております。大都市では古くから管渠が整備されておりましたけれども、全国的には昭和30年代ぐらいから管渠の整備が進んできております。平成10年ごろをピークに最近では下がってきておりますけれども、延長で見ますと、どんどん長くなりまして、累積で46万km、地球12周分というところまで至っております。それとともに、50年以上たつ管渠が多くなってきております。現時点で約1万kmに達しました。これは累積の管渠延長の、ただいま2%ぐらいなのですけれども、これが20年後には24%にふえる見込みでございます。



どのような不具合が起きているかということでございますけれども、腐食、クラック、継ぎ手ずれ、空洞等に起因して路面陥没が年間3,000~4,000件発生しております。ここにあります写真ですけれども、これは硫化水素による管渠の腐食。下水というのは硫酸イオンが含まれておりますけれども、溶存酸素がなくなると、硫化水素に変わってまいります。その硫化水素は空気中に出て、このような壁面につ

き、そこで微生物がまた硫酸に酸化します。そうすると強い酸ですコンクリートが腐食し、ひ

どい場合にはこのように鉄筋が露出してくるという状況になります。これはもっとひどい状況でございまして、もう完全に破壊されてしまったという写真でございまして。こういったことで歩道の陥没、そういった不具合が生じます。こういったコンクリート管のほかにも、最近は塩化ビニルパイプというのもよく使われておりますが、こういったものでも、例えば荷重によって、ゆがみまして、亀裂、クラックが入るといようなことも生じておりますし、こちらは根の進入でございまして。雨水管とかの取り付け口から根が進入しまして、管をふさいでしまうこともございまして。下水管の中、水が豊富で、また栄養分もあるということで、このような状況、不具合を生じます。

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**問題への対応方針**

① **点検・調査** ----- 膨大な延長 ---> 優先箇所抽出  
 ---> 調査の高速化

- 管路は地下にあるため、調査はマンホール毎に蓋を開けて機材を出し入れする
- 調査には人員を要し、調査速度が遅く、コスト高のため、毎年、総延長の1%程度の調査できていない



② **劣化判定** -----> 新規調査方法に対応した判定基準

③ **補修・改築** -----> 最新補修・改築技術に対応した選定フロー

3

こういった問題への対応の方針でございまして、まずは点検・調査。それに基づいて劣化度を判定する。それに基づき補修・改築を計画、実行するというようなことになると思います。現在、点検・調査につきましては、こういったテレビカメラを用いまして行っておりますが、一番の大きな問題点は、マンホールごとに一度引き上げないといけない。マンホールのふたをあけて、入れて、スパンを調べて、

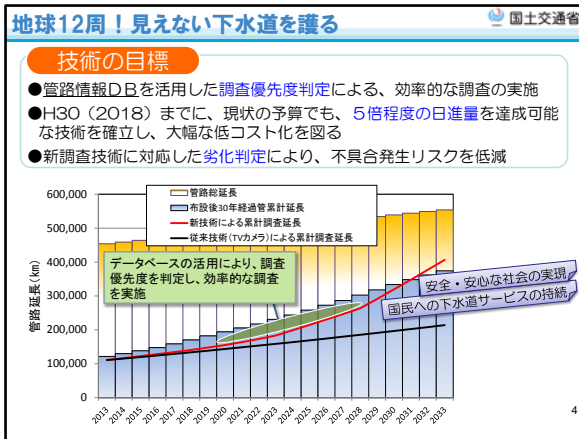
もう一回上に引き上げて次の場所に移るとい、こういったもので時間がかかっております。現在、総延長の1%ぐらいの調査しかできておりません。先ほどお話ししましたように、管渠は膨大な延長になっておりますので、調査の優先箇所を抽出することが必要でございまして。それと同時に、これを上回る速度を持った調査方法を開発することも必要でございまして。

それから劣化判定につきましては、このような高速化した調査に対応しまして、新たな判定基準が必要でございまして。

補修・改築に関しましては、最近、最新の補修・改築技術が出てきておりますので、この調査に対応して、どのような技術を選ぶかという、そのような選定フローも必要でございまして。

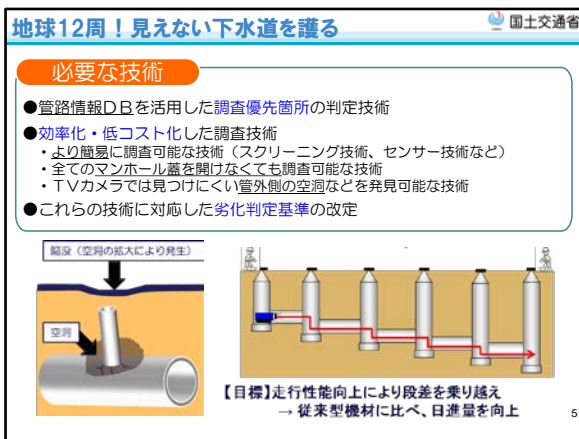
技術の目標といたしましては、最近、国土交通省が管路情報データベースというのを構築しつつありますので、そういったような情報を用いて、調査優先度判定を行うということが1つでございまして。それから、平成30年度までに、現在の予算でも5倍程度の日進量を達成可能な技術を確認して、大幅なコスト削減を図る。それと、先ほども申し上げましたけれども、新調査技術に対応した劣化判定によって、不具合発生リスクを低減したいと考えております。





い部分については優先度を判定して、効率的な調査を行うという体系でございます。

これが、効率的な調査を適用することによって、どう対応するかというのを模式的に示したものでございます。一番長い棒グラフが現在の延長でございます。46万km。これはまだ延びていく予想でございます。紫色が30年を経過したものでございまして、これはもう少し早いスピードで増えていってまいります。新しい調査方法によって、調査の速度を上げるというのが1つでございますし、そのほか、対応できな



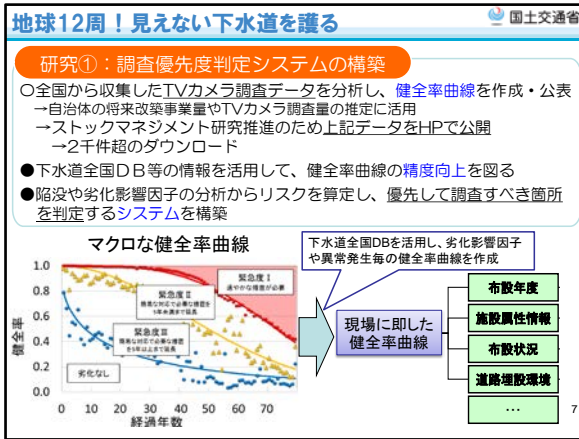
空洞等があれば、それは不具合につながる可能性がありますので、それを発見する技術。それから、これに対応した劣化判定技術ということになります。

必要な技術といたしましては、繰り返しのなりますけれども、データベースを活用した調査優先箇所の判定技術。それから効率化・低コスト化した調査技術でございまして、1つはスクリーニング技術によって、より簡易に調べようというもの。それから、ここにありますように、マンホールのふたをあけなくても、連続して調査が可能な技術。それから、内側を見ていたのではわからないけれども、外側から、管の外に



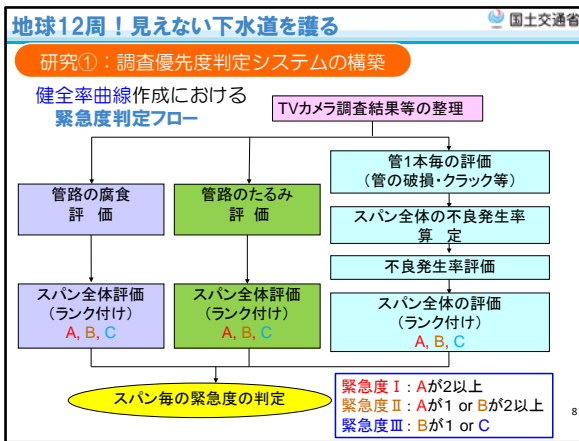
これから国総研の研究内容につきまして、現在進行中、あるいは今後の予定も含めてご紹介したいと思います。

1つが、調査優先度判定システムの構築。それから管路調査技術の効率化・低コスト化の研究。それから劣化判定基準の作成でございます。

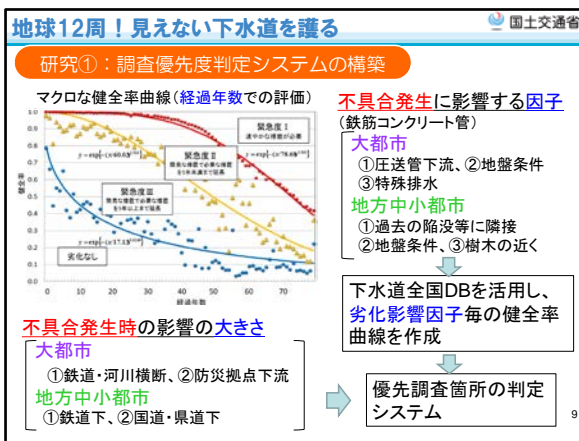


ろうというようなものですが、年数の経過とともに緊急度Ⅰの割合が多くなっていく、このような健全率曲線を作成しました。これは自治体の事業量の推定とかに使われておりますし、このデータはホームページで公開しております、今まで2,000件超のダウンロードがされております。

これからでございますけれども、これは結局経過年数を影響因子として全体の特徴を見たものでございますので、布設年度以外に管渠の属性、布設状況、そういったもので健全率曲線を、現場に即したものにしていこうと予定でございます。



とクラックがないか、そういったところから不良の発生率を評価いたしまして、スパン全体で評価いたしまして、ABCをつけます。緊急度の判定でございますが、緊急度Ⅰというのは、Aが2つ以上あればⅠであると。緊急度ⅡはAが1、Bが2以上というように判定しております。



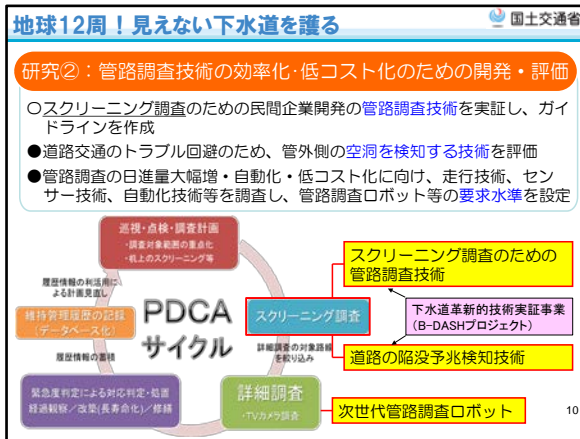
まず調査優先度判定システムの構築ですけれども、白丸で書いたのはもう既に終わっているものを示しております、黒が現在進行中のものがございます。全国から収集しましたTVカメラの調査データを分析し、健全率曲線を作成いたしました。少し小さい図で申しわけございませんけれども、緊急度Ⅰというのは速やかな対応が必要である。緊急度Ⅱがその次。緊急度Ⅲは簡易な対応によって少し延命できるだ

先ほどの健全率曲線で、緊急度の判定をどのようにしているかということですが、TVカメラの結果を以下のように整理して判定しております。まずスパン全体、マンホールとマンホールの間でございますけれども、そこで腐食がどの程度であるのか、それから管渠のたまりがどの程度であるのかというのを、ひどいものからA、B、Cというようにランクづけいたします。それ以外に、管一本ごとに管の破損

先ほど申しましたように、これは経過年数で評価したものでございますけれども、それ以外に影響する因子が色々ございます。まず鉄筋コンクリートについて見ますと、その不具合の発生に影響する因子ですが、圧送管の下流。圧送管というのは、空気と触れないで下水が送られますので、硫化水素が発生しやすくなります。ですから、圧送管が出たところで硫化水素が出て、管渠の腐食につながることもございま

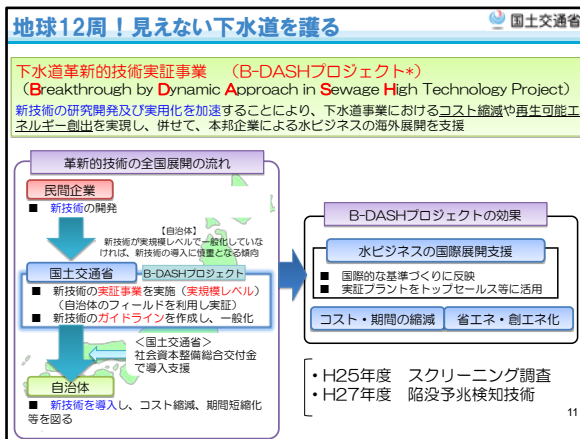
す。それから当たり前ではございますが、地盤の条件。それから特殊排水。高い濃度の下水とかが入ってきますと、同じように嫌気状態となって、管渠が腐食することがございます。地方中小都市ですと、過去に陥没があった等の、その近くにあるかどうかというようなこと。それから地盤条件。それとこれは特徴的かもしれませんが、樹木の近く、こういったようなことが影響します。こういったようなことがございますので、下水道の全国データベースを活用して、劣化影響因子ごとの健全率曲線を作成して行く予定でございます。

それとともに、不具合発生時の影響の大きさも考えなくてははいけません。大都市では、鉄道架線を横断している管渠の影響が大きいですし、あと防災拠点下流というのもございます。下水管が防災拠点の下流で使えなくなると、防災拠点自体が使えなくなりますので、こういったことにも気をつける必要がございます。それから地方中小都市ですと鉄道の下、国道下というようなところがありまして、こういった2つのことを考えながら、今後、優先調査箇所の判定システムを構築する予定でございます。



それから研究の2番目でございますけれども、これは管路調査技術の効率化・低コスト化の開発・評価でございます。管路の長寿命化に関しましては、このようなPDCAサイクルがセットされております。まず巡視・点検・調査の計画を立てて、それから次はちょっと飛ばしまして、詳細調査、TV調査をやって、それから緊急度判定で対応を考え、またそれを最終的に計画に生かしていくというところでござい

ます。しかし、課題はこれの速度が遅いということですので、この中間にスクリーニング調査を今後位置づけたいと考えております。



2つのスクリーニング調査をやっております、これは下水道革新的技術実証事業、B-DASHプロジェクトと呼んでおります。これを実施しております。簡単にご説明いたしますと、新技術の研究開発及び実用化を加速して、下水道事業におけるコスト削減を図っていきましょうというものでございます。

民間企業では色々新技術が開発されているわけでございますけれども、自治体は、実績が

ないとなかなか採用しにくい。そういったところで、国土交通省のほうで新技術の実証事業を実規模レベルで行いまして、ガイドラインを作成いたします。これによって、自治体が採用しやすくなるという仕組みでございます。管渠に関しましては、平成25年度にスクリーニング調査、平成27

年度に陥没予兆検査技術をやっております。

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**研究②：管路調査技術の効率化・低コスト化のための開発・評価**

○スクリーニング調査のための**管路調査技術**  
 広範囲の管路施設を対象に、重大な事故に繋がる異状を迅速かつ安価に調査するもので、事前の管洗浄は実施しない。

従来技術  
 調査速度 (約300m/日)

H25 研究成果 (B-DASHプロジェクト) スクリーニングを核とした調査技術  
 マンホールに入らず調査 管口カメラ  
 ノンストップスピード調査 展開広角カメラ  
 従来技術の**2倍程度**の調査速度を達成  
 異常箇所を自動発見 画像認識カメラ

そのうちの一つ、スクリーニング調査でございますけれども、従来技術、こういったテレビカメラでございますと、調査速度が余り上がりません。不具合箇所を見つけましたら、カメラを回しまして、確認します。それに対して、簡易な方法でございますけれども、マンホールから管口カメラというのをに入れて、管渠の中をのぞいて、見える距離は限られますけれども、そこでふぐあいを調べるとというのが1つ。それからこういったノンストップで走らせて、広角カメラで見て、展開図を同時に作成していくという技術。それから、同じような技術でございますけれども、不具合箇所を自動的に発見するという、このような技術が開発されてきて、従来技術の2倍の速度が達成されました。

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**研究②：管路調査技術の効率化・低コスト化のための開発・評価**

●道路の**陥没予兆検知技術**  
 TVカメラで発見できない下水道周辺空洞や地盤の緩み、路面変状を迅速かつ効率的に発見し、管路管理に役立てる

モバイルマッピングシステム  
 MMS

地中レーダー探査  
 GPR

探査深度 1.5m

B-DASHプロジェクトで実証研究

もう一つ、これは今年度からやっているものでございますけれども、テレビカメラでは発見できない下水道周辺の空洞、地盤の緩み、路面変状を迅速、効率的に発見する。これで管路管理に役立てるものでございます。モバイル・マッピング・システムによって路面変状を把握するとともに、地中レーダー探査によって空洞を把握します。これが基本になっております。

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**研究②：管路調査技術の効率化・低コスト化のための開発・評価**

平成27年度B-DASH選定技術

陥没の兆候の検知を目的とした空洞探査の精度と日進量の向上に関する実証研究  
 三菱電機(株)・名古屋市・相模原市共同研究体

車両牽引型深層空洞探査装置の実用化に向けた実証研究  
 川崎地質(株)・日本下水道事業団・船橋市共同研究体

三次元陥没予兆診断技術に関する実証研究  
 (株)環境総合テクノス(株)・日水コン・関西大学・豊中市共同研究体

【検証内容】  
 ① 空洞探査技術の正答率の向上や解析の効率化・省力化  
 ② 下水道の管路管理への適用性  
 ③ 計測頻度及び計測結果の判定基準(案)の検討

こういった技術も道路の分野ではやっておられますけれども、深さが大体1.5メートルほど聞いておりますので、下水管はもう少し深いので、深さを深くする。それから、実際に下水管の中も調べまして、空洞の発生状況と下水管の不具合の関係も調べております。

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**研究②：管路調査技術の効率化・低コスト化のための開発・評価**

●次世代管路調査ロボットの**要求水準**を設定  
 [現状]・段差、曲がりを超えることが困難 → マンホール毎に調査  
 ・調査時間の8～9割は、移動や準備・片付け  
 [目標]・段差やインバートの走行困難箇所を克服  
 ・複数管路の連続調査で無駄を省く

【これまでの検討内容】  
 ・作業時間内訳の分析  
 ・走行困難箇所（段差や屈曲等）の発生パターン、頻度の実態調査  
 ・ロボット技術の有識者との意見交換

項目	単位	1スパン延長
移動	分	5.00
準備	分	6.80
現地作業時間内訳		
機材設置	分	0.50
計測	分	2.50
機材回収	分	1.70
片付け	分	3.80
1スパンあたり所要時間合計(分)		20.30
日進量 (m/日)		532.0

測しているのは実は3分弱でございまして、準備とか移動とか、そういったところでかなり時間を要しております。ですから、このようなことが克服できれば、もっと時間が短くなるわけでございます。

現在、ある都市を対象に、このような段差や屈曲がどのように発生するか、あるいは頻度、そういったところについて調べておまして、こういったところからこの開発につなげていきたいと思っております。

それから、先ほどは簡易なスクリーニング技術でございましたけれども、これは実際の調査技術でもっとスピードアップを図りたいというものでございます。現在の問題といたしましては、管渠の中、マンホールで調査機器が連続的に使えない。あるいはマンホールでの曲がりで見えないということがございます。ここに時間を示しておりますけれども、1スパン当たりの時間、大体20分かかりますが、その中で計

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**研究③：新たな調査方法や経済的改築技術に適した判定基準作成**

●効率的・低コストな調査方法に適した劣化判定基準の作成  
 ●改築技術（マンホール間スパンの一部のみの改築）等の**新技術に対応**した判定基準（工法選定フロー）の作成

従来、布設替えが主流であったが、長寿命化が可能な技術が開発され、選択肢が増えている。異状の程度に応じた適切な工法選定が必要。

**管きよの異状**

従来 → 布設替え  
 新技術 → 部分更生、更生工法

研究の3番でございますけれども、判定基準でございます。まだ、この調査方法、開発されているわけでもございませぬので、判定基準もこれからの課題でございます。ただ、最近、色々な部分更生、更生工法等が開発されておりますので、従来は不具合が発見されたら、1スパン布設替えしてしまうのが通常でございましたけれども、部分的にかえていく、そのような対応が必要になってきております。

**地球12周！見えない下水道を護る** 国土交通省

**研究③：新たな調査方法や経済的改築技術に適した判定基準作成**

・異状の程度に応じた**適切な工法選定**で、より経済的な改築を実施可能となる。  
 ・**新技術**を積極的に導入し、LCCの最適化、施設延命化を実現。

従来の判定基準		新技術に対応した判定基準のイメージ	
緊急度区分	対応の基準	緊急度区分	対応の基準
緊急度Ⅰ		緊急度Ⅰ-①	
緊急度Ⅱ	5年未満まで延長できる	緊急度Ⅰ-②	(更生工法)
緊急度Ⅲ	5年以上にまで延長できる	緊急度Ⅱ-①	
		緊急度Ⅱ-②	
		緊急度Ⅲ	



その判断のイメージでございますけれども、従来は緊急度Ⅰ、Ⅱ、Ⅲというので分けておりましたが、さらにその中を分けまして、全取りかえであるのか、あるいは更生工法、部分更生であるのか、そのようなところの判断のフローをつくっていく予定でございます。

地球12周！見えない下水道を護る

国土交通省

**コンサルティング**

- 自治体の要請により、道路陥没発生時における現場での原因調査方法の指導などを実施
- 平成25年度より、「管路腐食相談窓口」を開設し、自治体からの問合せや現場での技術指導に対応
- 下水道法改正により、管路施設の点検が義務化され、問合せが増えることが予想される

腐食相談窓口の設置  
(下水道研究室ホームページ)

18



今、研究についてお話ししましたが、下水道は自治体が実際にやっておられますので、道路陥没が発生したときに現地の指導をしておりますし、あと、管路腐食相談窓口というのもセットしております。下水道法が改正されて、管路施設の点検が義務化されましたので、こういった問い合わせが今後ふえることが予想されます。

地球12周！見えない下水道を護る

国土交通省

**技術移転**

- B-DASH実証技術のガイドラインを作成し、説明会やHPで公開、さらに今後の調査結果を分析し、必要に応じガイドラインを改定
- 国総研における研究成果を各種指針類に反映・各種研修において、講師活動（長寿命化計画や管路調査・点検計画の策定方法等）を展開

成果	反映先
きよの液状化対策	2014
きよ更生工法の品質・施工管理	
-DASH(管きよマネジメントシステム)	-DASH技術導入ガイドライン

分野	回数
	5回
B-DASH含む)	7回
	13回
	1回

19

このほか、研究成果、特にB-DASHという、それで得られた成果を広報するとともに、我々の研究成果についても、色々基準類に反映しているところでございます。

国土交通省

ご清聴ありがとうございました。



N I L I M

国土技術政策総合研究所下水道研究部

20

ご清聴、どうもありがとうございました。

### 3.6 道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために (道路構造物研究部長 真下 英人)

## 道路構造物のメンテナンス サイクルを回すために

道路構造物研究部長 真下英人

道路構造物研究部長の真下でございます。「道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために」と題して発表させていただきます。

まず本日の発表内容でございますが、道路構造物の老朽化対策は大きな課題となっております、老朽化対策の取り組みには、メンテナンスサイクルを回すことが重要となっております。

### 本日の発表内容

- ・道路構造物の維持管理への取り組み状況
- ・点検, 診断, 補修・補強, 耐久性の向上に関する国総研での取り組み



このため、本日はまず初めに、道路構造物の維持管理の取り組み状況について簡単に紹介した後、メンテナンスサイクルを回すために必要となる技術に関する国総研の取り組みについて紹介をしてまいりたいと思います。

### 道路構造物の維持管理への取り組み状況

それではまず道路構造物の維持管理の取り組み状況について紹介させていただきます。

ご存じの方も多いかと思いますが、道路構造物の老朽化対策におきましては、点検、診断、措置、記録から構成されるメンテナンスサイクルを着実に回すことが重要となります。



2

## 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言

平成26年4月14日 社会資本整備審議会 道路分科会

### 道路メンテナンス総力戦



太田国土交通大臣へ提言を手交

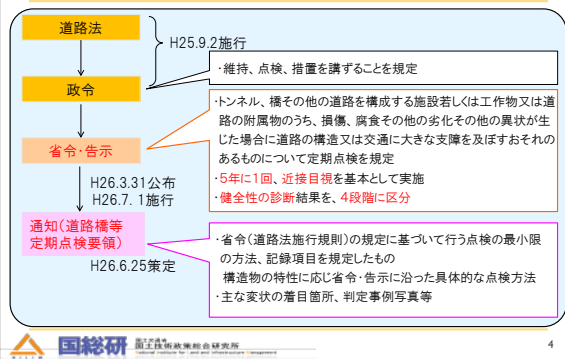
メンテナンスサイクルの本格的な始動にあたっては、道路管理者の義務の明確化、メンテナンスサイクルを回す仕組みの構築、国民・利用者の理解と支持が同時に連動して機能する必要がある。

このため、産学官のリソース(予算・人材・技術)を全て投入し、総力をあげて、まさに「道路メンテナンス総力戦」という意識で取り組むことが求められている。

あわせて、老朽化対策の取組みの実効性をより高めるためには、民間の技術力・ノウハウ・活力を最大限活用すべきであり、そのためには点検業務や修繕工事を担うメンテナンス産業の発展を促進することが望まれる。

メンテナンスサイクルの指導に当たりましては、昨年4月に社会資本整備審議会道路分科会において出された道路の老朽化対策の本格実施に関する提言の中では、道路管理者の義務の明確化、メンテナンスサイクルを回す仕組みの構築、国民・利用者の理解と支持が同時に連動して機能する必要がある、道路メンテナンスは総力戦という意識で取り組むことが求められているとされております。

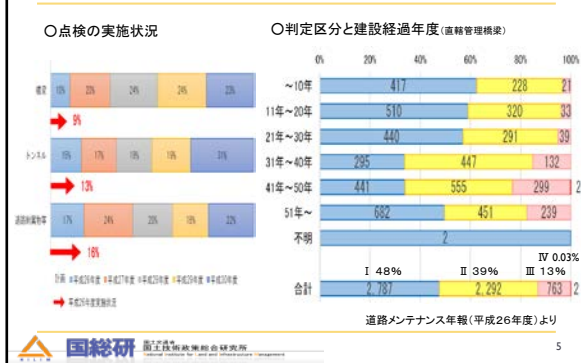
### 維持管理における技術基準の体系



提言に述べられているようなメンテナンスサイクルを回す仕組みの構築におきましては、技術基準の整備も必要となってまいります。道路構造物の維持管理に関する技術基準に関しましては、一昨年の9月に道路法が改正され、維持、点検、措置を講ずることが規定されております。また昨年の3月には省令告示が公布され、トンネル、橋、その他の施設、付属物につきましては、5年に1回の近接目視を基本とする定期点検を実施し、また健全性の診断結果を4段階に区分することが規定されております。また、昨年の6月には、省令の規定に基づいて行う点検の最小限の方法、記録項目を規定した定期点検要領が通知されており、昨年の7月から全国的に道路構造物の点検が始まったところであります。

これは、昨年度に実施された定期点検の実施状況であります。橋梁については約9%、トンネルについては約13%、道路付属物等については約16%の進捗状況となっております。

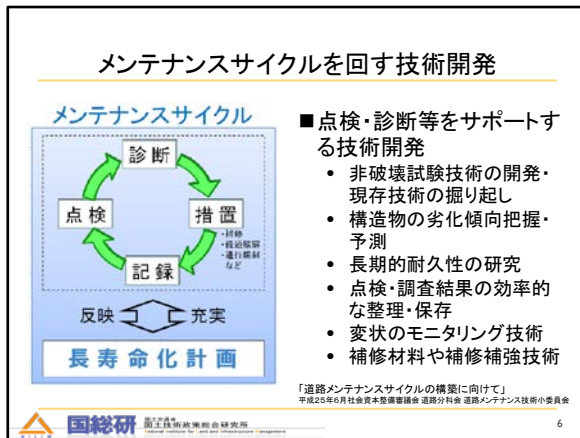
### 定期点検の実施



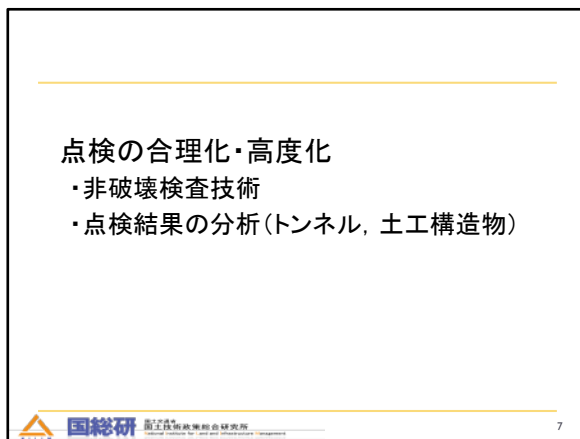
これは、昨年度に実施された定期点検の実施状況であります。橋梁については約9%、トンネルについては約13%、道路付属物等については約16%の進捗状況となっております。

図は、直轄管理の橋梁の判定区分と建設経過年度との関係を示したものでありますが、全体で見ると、半数以上の橋梁において、今後、何らかの措置が必要となる判定区分II以上の評価結果となっており、今後ますます補修・補強を必要とする構造物が増えることが想定されております。





メンテナンスサイクルを回す上で必要となる技術に関する取り組みを行っており、ここからは点検、診断、補修・補強、耐久性の向上に関する具体的な取り組みについて紹介をしてみたいと思います。



まず点検の合理化・高度化であります。本日は、非破壊検査技術と点検結果の分析を取り上げます。



先ほど道路構造物の点検におきましては、近接目視が基本であると申し上げましたが、道路構造物におきましては、目視できない箇所における損傷も発生しております。例えば、コンクリート床版の埋め込み部、鋼床版の断面内部、基礎の地中部、あるいはコンクリート内部といったものが挙げられます。

### 非破壊検査技術の適用性に関する共同研究

・公募による産学18者(13グループ)の所有する非破壊検査技術を用いて、コンクリート橋の様々な損傷を模擬した供試体や実損傷供試体(撤去部材)に対して非破壊検査を実施

9原理22技術について検証を実施

⇒コンクリート橋の点検における非破壊検査技術の適用性評価手法の確立を目指す

国総研 国土技術政策総合研究所

このような目視できない箇所における損傷の発生を把握する技術として、非破壊検査技術の適用性に関する共同研究を行っております。この共同研究におきましては、振動、電磁波、音波など9つの原理、21の技術に対して、コンクリート橋の様々な損傷を模擬した供試体や、撤去部材を用いた実損傷供試体に対して適用性の検証を実施しており、コンクリート橋の点検における非破壊検査技術の適用性評価手法の確立を目指しております。

### 非破壊検査技術の適用性評価手法の検討

○供試体での試験結果

⇒模擬損傷供試体と実損傷供試体(撤去部材)では、検知正答率に差

○「非破壊検査技術の性能評価法(案)」を提案

今後、性能評価法(案)を試行・改良し、実用的で体系的な評価法の確立を目指す

国総研 国土技術政策総合研究所

これは、供試体での試験結果の一例を示したものでありますが、模擬損傷供試体と実損傷供試体では、損傷の検知正答率に差があることがわかります。この原因としましては、供試体の形状、表面の凹凸、あるいは水分量などの要因が影響しているものと思われます。このように、非破壊検査技術の性能の評価結果は、用いる供試体によって異なってくるため、供試体によって評価すべき性能を変える必要があります。このため、国総研に

おきましては、まず小型の要素試験体を用いて、基本的な性能を把握した上で模擬損傷供試体、実損傷供試体を用いて実況レベルに近づけていき、性能に影響を及ぼす要因を確認しながら、段階的に性能を評価していく性能評価法(案)を提案しております。今後、この性能評価法(案)を試行、改良し、実用的で体系的な評価法の確立を目指したいと考えております。

### トンネルの定期点検結果の分析

トンネルの変状発生に影響を及ぼす要因

- ・施工方法(矢板工法かNATMか)
- ・トンネル周辺地山の地質(地山等級)
- ・建設後の経過年数

→変状が発生し易いトンネル条件を明らかにすることにより、点検の合理化を図る

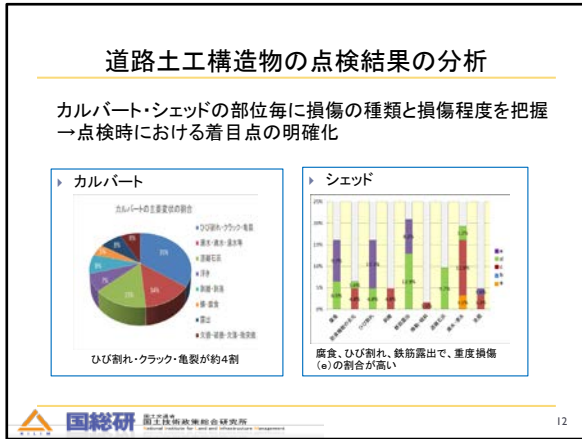
覆工のひび割れ密度と建設後の経過年数の関係(NATMの場合)

覆工にひび割れの発生した区間長と地山等級の関係(NATMの場合)

国総研 国土技術政策総合研究所

次は、定期点検結果の分析であります。本日はトンネルと土工構造物の例を取り上げます。トンネルの点検におきましては、覆工の表面に発生するひび割れなどの変状を把握することが重要となっており、トンネルの変状発生に影響を及ぼす要因としましては、施工方法(矢板工法かNATMか)、あるいはトンネル周辺地山の地質、建設後の経過年数などが挙げられます。このため、点検結果を用いて、このような変状発生に影響を

及ぼす要因と変状の程度との関係を分析し、変状が発生しやすいトンネル条件を明らかにすることにより、点検の合理化を図ることを考えております。



また、道路土工構造物につきましては、これまで損傷の発生状況そのものが必ずしも明確になっていないということもあるため、点検結果を用いて、カルバート・シェッドの部位ごとに損傷の種類と損傷程度を把握し、点検時における着目点の明確化を図ることを考えております。

### 診断の合理化・高度化

- ・橋梁床版の損傷程度の評価法
- ・耐候性鋼材のさび状態の評価法

国総研 国土技術政策総合研究所

次は、診断の合理化・高度化であります。本日は橋梁床版と耐候性鋼材を取り上げます。

### 床版ひびわれの損傷進行メカニズムの想定

H16定期点検要領(案)  
床版ひびわれの損傷程度の評価区分

区分	ひびわれ程度	ひびわれ程度に相当する状態
1	ひびわれが1方向のみで発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが1方向のみで発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。
2	ひびわれが2方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが2方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。
3	ひびわれが3方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが3方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。
4	ひびわれが4方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが4方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。
5	ひびわれが5方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが5方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。
6	ひびわれが6方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが6方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。
7	ひびわれが7方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。	ひびわれが7方向以上で発生し、格子状のひびわれがまだ発生していない。

国総研 国土技術政策総合研究所

橋梁の床版につきましては、平成16年に定期点検要領(案)が作成されており、そのときの床版ひび割れの損傷程度の評価は、まず初めに一方方向のひび割れが発生し、これが進行して格子状のひび割れが発生すると、床版の抜け落ちが発生するというメカニズムを想定しておりました。

### 点検要領の想定と現場の乖離

1方向のみのひびわれで漏水・遊離石灰を生じるケースが散見

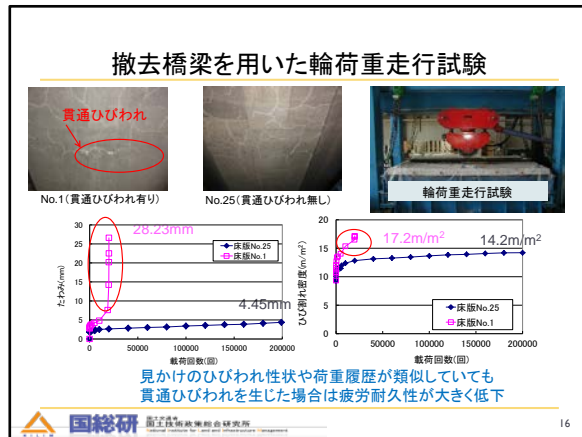
損傷程度の評価区分に当てはまらない

適正な診断を行うためにも損傷程度の評価区分を見直す必要

国総研 国土技術政策総合研究所

しかし、その後、点検が進んでいきますと、一方方向のひび割れで漏水・遊離石灰を生じる、すなわちひび割れが貫通しているケースが散見されるようになり、このようなケースにおきましても床版の抜け落ちが発生する可能性があるということがわかりました。このようなひび割れは、これまでの損傷程度の評価区分に当てはまらないものであり、適正な診断を行うためにも、損傷程度の評価

区分を見直す必要が生じてまいりました。



このため、国総研におきましては、撤去橋梁を用いた輪荷重走行試験を行い、貫通ひび割れの有無が疲労耐久性に及ぼす影響について検討を行いました。その結果、見かけのひび割れ性状や荷重履歴が類似していても、貫通ひび割れが生じた場合、こちら（右図）の紫色でございますが、たわみとかひび割れ密度が大幅に増加しており、疲労耐久性が大きく低下することが明らかとなりました。

### 漏水・遊離石灰の有無を考慮した評価体系への改定

H16定期点検要領(案) H26定期点検要領

項目	H16定期点検要領(案)	H26定期点検要領
1	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満)	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満) (D)貫通ひび割れ発生状況
2	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満)	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満) (D)貫通ひび割れ発生状況
3	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満)	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満) (D)貫通ひび割れ発生状況
4	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満)	(D)ひび割れ発生状況 (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm以上) (D)ひび割れ発生状況(亀裂幅0.1mm未満) (D)貫通ひび割れ発生状況

漏水・遊離石灰の有無(貫通ひび割れの有無)を考慮した損傷程度の評価体系へ改定

昨年度通知された定期点検要領におきましては、損傷程度の評価区分は、まず一方向のひび割れと二方向のひび割れに区分し、それぞれにおいて漏水・遊離石灰の有無、すなわち貫通ひび割れの有無を考慮した損傷程度の評価ができるものに改定を行っております。

### 耐候性鋼材のさび状態の評価の課題

**耐候性鋼橋**

- 保護性さびにより、腐食の原因となる酸素や水を遮断し、さびの進展を制御
- 適切な環境条件の下で腐食速度は次第に減少するもの完全にはゼロにはならない

さびの診断にあたっては腐食速度などを予測する必要があり、**経験と知見**が必要

保護性さびの例

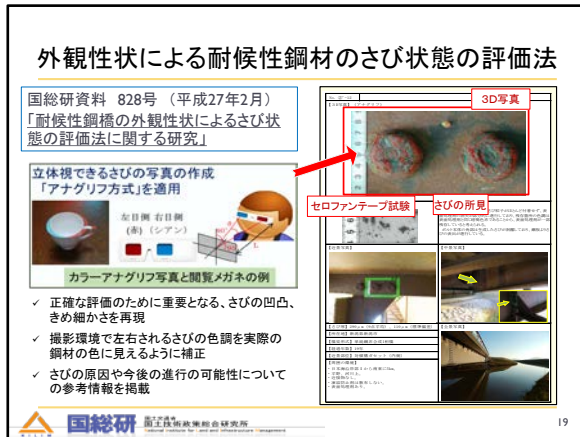
さび外観評点と写真見本集(鋼道橋構造物使用)

実績での事例

- 耐候性鋼材のさび(さびの大きさ、凹凸、均一性、色等)を網羅した見本集がない
- 原因や今後の進行に関する参考情報とセットにされていない
- 参考図書には掲載されていない、外観性状の事例も存在

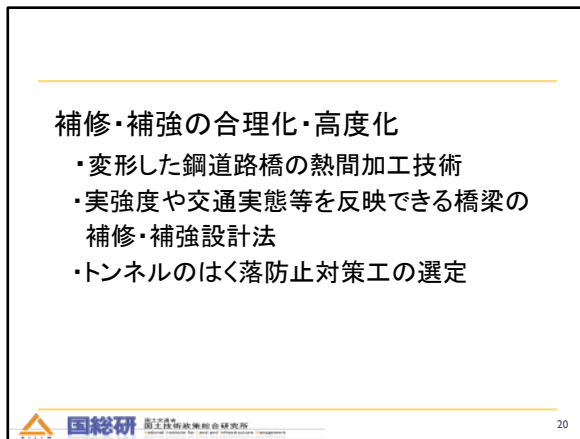
次に、耐候性鋼材のさびの状態の評価であります。耐候性鋼橋におきましては、耐候性鋼材が用いられており、その特徴としましては、保護性のさびにより、腐食の原因となる酸素や水を遮断し、さびの進展を制御するということが挙げられます。しかし、適切な環境の条件のもとでも腐食速度は次第に減少するものの、完全にゼロにはなりません。このため、さびの進展に当たっては腐食速度などを予測する必要があり、経験と知見が必要

要となっておりますが、これまで耐候性のさび(さびの大きさとか凹凸、均一性、色)を網羅した見本種がないとか、原因や今後の進行に関する参考情報とセットにされていない、あるいは参考図書には掲載されていない外観性状の事例も存在するという課題がありました。

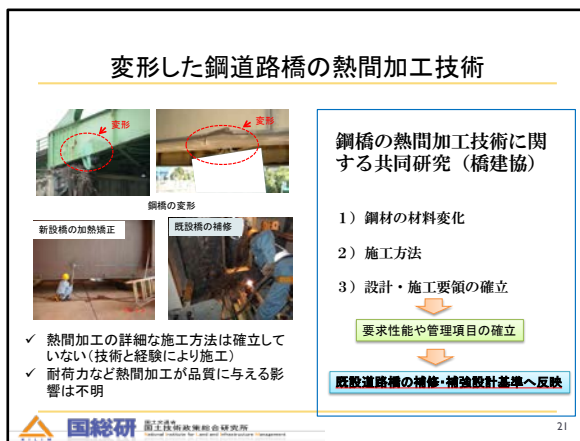


このため、国総研では外観性状により耐候性鋼材のさびの状態を評価する方法の検討を行い、アナグリフ方式といった、さびの状態を立体視する技術を用いてさびの状態を評価する方法を考案し、今年の2月に国総研資料として取りまとめを行っております。

その特徴としましては、まず立体視できるさびの写真を作成することにより、さびの凹凸、きめを再現しているということ、またさびの色調を実際の鋼材の色に見えるように補正していること、さびの原因や今後の進行の可能性についての参考情報を、さびの所見として掲載しているということなどが挙げられます。



次に、補修・補強の合理化・高度化であります。本日は、鋼橋の熱間加工技術、橋梁の補修・補強設計法、トンネルの剝落防止対策を取り上げます。



鋼橋におきましては、変形が生じた既設橋の補修、あるいは既設橋の加熱矯正に熱間加工技術というものが用いられておりますが、この熱間加工技術の詳細な施工方法は確立しておらず、技術と経験により施工しているというのが実態であります。また、耐荷力など、熱間加工が品質に与える影響は不明という課題があります。このため、国総研におきましては、日本橋梁建設協会と鋼橋の熱間加工技術に関する共同研究を行っており、熱間加工技術の要求性能や管理項目の確立を図り、成果を既設道路橋の補修・補強設計基準へ反映させることを目指しております。

### 材料の実強度や交通実態等を反映できる 橋梁の補修・補強設計法

補修・補強設計時の信頼性解析  
 一 既存部材と追加部材の強度のバラツキ、実際の材料強度や予定供用期間に応じた荷重が考慮できる**部分係数設計法**の適用を検討

**○活荷重分担率に応じた補強量合理化の可能性**

外ケーブル補強

【許容応力度設計法】  
 10本×実用率に対する安全率(1.2)は2.0、安全率(1.4)は2.8

【部分係数設計法】  
 10本×実用率に対する安全率(1.2)は2.0、安全率(1.4)は2.8

15×2=30本必要

12×12=24本で補強量の合理化

**○既設構造物の設計強度を大きく評価できる可能性**

【新設時】  
設計で想定すべき強度のばらつき

【補修補強時】  
詳細調査に基づく実強度のばらつき

実際の材料や施工品質を事前に特定できない  
**安全側に評価**

調査結果から、ばらつきが小さい可能性  
**安全余裕も小さく**

国総研 国土技術政策総合研究所

る場合の必要となるケーブル数は、許容応力度設計法を用いる場合に比べて削減することが可能となり、補強量の合理化が図れる可能性があります。また設計強度に関しましては、新設時におきましては安全側の評価として、想定すべき強度のばらつきを大きくとる必要がありますが、補修・補強時におきましては、調査により、実強度を求めることが可能となるため、ばらつきが小さくなる可能性が高く、設計強度を大きく評価できる可能性があります。

### 橋梁の補修・補強設計の流れ

**実強度の確認**

コア採取 圧縮試験

**損傷状況の調査**

非破壊検査

損傷を考慮した断面耐力の評価

照査用荷重の設定  
交通実態や供用期間等に応じた設計自動車荷重の設定

FEM等による耐力評価

補強の考え方  
・荷重分担  
・必要安全余裕度  
・維持管理性等

**補修・補強設計法**  
 発生断面耐力 < 現有断面耐力 + 補強による耐力増加  
 (部分係数設計法)

国総研 国土技術政策総合研究所

耐力増加を加えることを考えております。

### トンネルのはく落防止対策工の選定

- 変状トンネルの対策は、外力対策、はく落防止対策、漏水対策に分類されるが、はく落防止対策の採用頻度が高い
- はく落防止対策の主なもの、金網・ネット工、ひび割れ注入工、あて板工(シート系、パネル系、形鋼系)であるが、どの対策工を選定するかは個別に判断
- はく落防止対策の中には、対策実施後、比較的短い期間で対策工に変状が現れるものが見られる
  - はく落防止対策工の耐久性を評価するとともに、変状の状態(ひび割れ、漏水等)に応じた選定方法の確立が必要

はく落防止対策工の採用内訳

繊維シート系当て板工

国総研 国土技術政策総合研究所

情であります。しかし、剝落防止対策の中には、対策実施後、比較的短い期間で対策工に変状があ

次は、橋梁の補修・補強設計法であります。現在、国総研におきましては、損傷が発生した橋梁の補修・補強設計法としまして、既存部材と追加部材の強度のばらつき、実際の材料強度や予定供用期間に応じた荷重が考慮できる部分係数設計法の適用について検討を行っております。部分係数設計法を用いることにより、活荷重分担率に応じた補強量の算出が可能となり、例えば損傷が発生した PC 橋の対策として、外ケーブル補強を用い


これは、現在考えている補修・補強設計の流れではありますが、部分係数設計法を用いた操作方法により、補強後の断面耐力が発生断面力を上回るように補強量を決めることとなります。その際、発生断面力の評価には、交通実態や供用期間等に応じた設計自動車荷重の設定を行い、断面耐力の評価には、コア採取や圧縮試験により確認された実強度、それと非破壊検査により明らかになった損傷状況を考慮した現有断面耐力に、補強による

次に、トンネルの剝落防止対策であります。ひび割れなどの変状が発生したトンネルの対策は、大きくは外力対策、剝落防止対策、漏水対策に分類されますが、剝落防止対策の採用頻度が非常に高くなっております。剝落防止対策の主なもの、金網、ネット工、ひび割れ注入工、あて板工、これはさらにシート系、パネル系、形鋼に分類されますが、どの対策を選定するかは、個別に現場技術者のこれまでの経験に委ねているというのが実

らわれるものも見られており、このような課題の解決のためには、剥落防止対策工の耐久性を評価するとともに、変状の状態（ひび割れ、漏水等）に応じた選定方法の確立が必要と考えております。このため、現在、国総研におきましては、トンネルの点検データを用いて、剥落防止対策工の耐久性の分析を行っているところであります。

**耐久性の向上**

- ・道路橋の耐久性向上のための構造細目や仕様
- ・耐久性の高いコンクリート舗装の活用



25

最後になりましたが、耐久性の向上であります。本日は、道路橋とコンクリート舗装を取り上げます。

**道路橋の耐久性向上のための構造細目や仕様**

新たに求められる構造細目や仕様の例

- 鋼箱桁内部の漏水、および腐食
  - 耐久性
  - 水抜き孔の大きさ、数、箇所
- 桁下面の狭隘部
  - 点検の容易性
  - 添架物の設置位置
- サイドブロックの亀裂
  - 点検の容易性
  - 更新可能な構造


構造細目や仕様を整理、標準化することで耐久性の向上、維持管理の確実性、容易性の確保をはかることができる。

道路橋の耐久性向上のための構造細目や仕様に関する共同研究  
(建コン協、橋建協、PC建協)

1. 道路橋定期点検データに基づく構造細目や仕様へのフィードバック事項に関する検討
2. 道路橋（鋼・コンクリート）の新たに望まれる構造細目や仕様に関する検討

構造細目や仕様の確立

道路橋の設計基準へ反映



26

橋梁につきましては、設計段階において構造細目や仕様を整理・標準化することで、耐久性の向上、維持管理の確実性、容易性の確保を図ることができるものがあります。例えば、鋼箱桁内部の滞水及び腐食に対する耐久性を向上させるための水抜き孔の大きさ、数、箇所、桁下面の狭隘部における点検を容易にするための附属物の設置位置、亀裂が発生した支承のサイドブロックの補修を容易にするための更新可能な構造などが挙げられます。

このため、国総研は、建設コンサルタンツ協会、日本橋梁建設協会、プレストレスト・コンクリート建設業協会と、道路橋の耐久性向上のための構造細目や仕様に関する共同研究を行い、その確立を図った上で、最終的には道路橋の設計基準に成果を反映させることを目指しております。

**耐久性の高いコンクリート舗装の適材適所での活用**

- コンクリート舗装は、耐久性が高い。  
(大規模な補修を行うことなく50年以上供用している区間もある。)
- その一方、初期コストが高く、維持修繕が困難、騒音などの理由からコンクリート舗装の割合は低下。
- コンクリート舗装の適用性及び破損した場合の維持修繕についての知見が乏しい。

■舗装のライフサイクルコスト削減のため、耐久性の高さを生かせる適所での活用を検討する必要がある。

■50年以上供用されているコンクリート舗装区間(東京都八王子市)



1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2009

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

道路統計年報、全国道路利用者協会



27

次に、コンクリート舗装であります。コンクリート舗装は、耐久性が高く、大規模な補修を行うことなく、50年以上供用している区間もあります。その一方、初期コストが高く、維持修繕が困難、騒音などの理由から、コンクリート舗装の割合は低下しております。また、コンクリート舗装の適用性及び破損した場合の維持修繕についての知見が乏しいというのが実情であります。舗装のライフサイクルコスト削減のためには、コンクリ

ート舗装の耐久性の高さを生かせる箇所での活用を検討する必要があると考えており、国総研におきましては、コンクリート舗装の適用性、維持管理手法の検討を行っております。

### コンクリート舗装の適用性、維持管理手法の検討

#### ○コンクリート舗装の適用性

コンクリート舗装の破損箇所の破損状態、破損原因、交通条件、道路構造条件等に基づくコンクリート舗装の適用性の整理

#### ○コンクリート舗装の維持管理手法

コンクリート舗装の点検・診断手法及び損傷に対する補修工法の適用性の整理

コンクリート舗装の点検項目と損傷程度の評価区分の提案

損傷点検項目	損傷区分	評価区分(損傷程度の評価)		
		L	M	H
目撃者のほみ出し・陥没箇所	0%	50%未満	50%以上	—
ひびき発生	10未満	10~20mm程度	20~30mm程度	30mm程度以上
ポリング	なし	—	—	あり
ポットホール スケーリング(ラベリング)	なし	P-1未満 または5%未満	P-2未満 または5%~20%	P-3以上 または20%以上
目撃部角欠け	0%	角欠け幅150mm未満 または角欠け率40%未満	角欠け幅150mm以上 または角欠け率40%以上	—
摩滅CoD(摩滅丸+摩+角欠損)	0mm <sup>2</sup>	0.1~20cm <sup>2</sup> 程度	20~40cm <sup>2</sup> 程度	40cm <sup>2</sup> 程度以上
段差(目撃部・ひび割れ)	5mm未満	5~10mm程度	10~15mm程度	15mm程度以上

コンクリート舗装の適用性に関しましては、コンクリート舗装の破損箇所の破損状態、破損原因、交通条件、道路構造条件などに基づく整理を今、行っているところであります。また、維持管理手法に関しましては、コンクリート舗装の点検・診断手法及び損傷に対する補修工法の適用性の整理を行っているところであります。これまでその成果としまして、コンクリート舗装の点検項目と損傷程度の評価区分の提案を行っております。

ご清聴、ありがとうございました。

以上で私の発表を終わらせていただきます。どうぞご清聴ありがとうございました。





情報だとか、安全運転のための情報といったものを提供できるということもございます。

実は、このETC2.0、使えるようになったのは最近なのですが、昨年度、このプローブデータを蓄積するシステムを地方整備局のほうに整備をいたしました。基本的な分析手順なども取りまとめたということで、やっと今年度に入ってから、いろんな道路管理者を中心に分析が始まったところでございます。

NILIM

**2. ETC2.0プローブデータ活用可能性**

**ETC2.0データを用いた様々な分析が始まっている**

- ・平成26年度、プローブデータ蓄積・閲覧システムを地整に整備(国総研で仕様書を作成)
- ・基本的な分析手順を整理、とりまとめ
- ⇒様々な方面で、ETC2.0データを用いた分析の取組みが始まったところ
- ・現在の分析は、主として交通実態の把握

日本道路会議 (H27.10) に見る発表論文

1. 整備効果の分析  
交差点改良、環状道路の整備効果
2. 交通実態分析、渋滞対策  
通行経路分析(平時、渋滞時)、サグ部の交通円滑化、潜在的ボトルネックの抽出・対策効果
3. 物流効率化、大型車の通行適正化  
物流支援サービス、大型車両の走行実態
4. 交通安全対策  
危険区間の抽出、対策の効果
5. その他  
災害時の通行実態、冬期の交通実態・除雪効果、観光動向(立寄り状況等)

3

去る10月には日本道路会議というのが開催されました。本日、おいでの方には参加された方も多いと思いますが、私もETC2.0のセッションの会場に入ろうとしましたが、もうあふれて入れませんでした。非常に熱気を感じた次第です。論文の数も、私が数えたら、そのセッション以外でもETC2.0関係があつて、全部で16本あつたと思います。計画関係のセッションは全部で90本の論文があつたのですが、そこは環境とかいろんなものも含めた幅広いテーマの中で、

ETC2.0だけで16本ということで、非常に多かったとの印象を持っております。

その内容を私なりに整理したのが、整備効果の分析、交通の実態の分析、渋滞対策が中心ですけども、それから交通安全対策。こういった交通の現状の分析に対する報告が多かったと理解しています。一部、物流の効率化とかそういったもののサービスに活用するというところがございますが、ここでは我々の研究所のメンバーが報告していたところなので、ちょっと一般の方の分析とは違うかと思えます。

NILIM

**2. ETC2.0プローブデータ活用可能性**

**これまでの技術(交通調査、民間データ等)と何が違うのか**

- ・交通量など、これまでの交通データは一定の統計値(集計値)
- ・ETC2.0プローブデータは個々の車のデータ(非集計データ、点群データ)
- ・このためETC2.0プローブデータでは、交通の実態をより正確に把握できる可能性

道路交通センサ等、他の技術とETC2.0の違い

項目	ETC2.0プローブ情報	道路交通センサ	トラフィックカウンター	民間プローブ
取得頻度	24時間365日	5年に1度・秋季1日	24時間365日	24時間365日
取得単位	各車両の位置情報(非集計データ)	交通調査基本区間毎の集計データ	車両感知器設置箇所毎の集計データ	DRM区間単位毎の集計データ
取得タイミング	随時	—	随時	1か月遅れ
データ種類	移動履歴(走行経路、速度など)	OD 交通量、速度、道路状況	交通量、(速度)	速度
	挙動履歴(急な加減速地点など)	—	—	挙動履歴(急な加減速地点など)

4

ここで、ETC2.0のプローブデータとほかのデータの特徴の違い、そこを少し整理しておきたいと思えます。ETC2.0は、走行経路や加速度といった車の挙動情報が取得できると、先ほど、お話しいたしましたけれども、こういったデータを生のデータでとれる。例えばトラフィックカウンターなんかで交通量をとりませんが、これは交通量という形である集計したデータです。ETC2.0ですと、車に関するデータを個々の車のデータとしてとれ、さらに24時間365日

とれるということに特徴があるかと思えます。

先ほど、石田先生からプローブ自体は昔からあるとお話いただきました。民間プローブデータ、ホンダなどではインターナビなどがありますけれども、もう既に実用化されておりますが、そちらのほうはデータを1か月おくれで、購入していれば分析ができる。このプローブは道路管理者の利用ですけれども、随時利用ができるというような違いがございます。

こういったような特徴。今までとれなかったような車の走行経路だとか挙動といったものを24時間、365日、随時とれるということで、交通のいろんな実態がより正確に把握できる可能性があるということ

ろに特徴があるかと思います。

2. ETC2.0プローブデータ活用の可能性		ETC2.0の活用分野とデータ分析の例	
活用が考えられるサービス・施策の分野		データ分析の例	
道路交通の円滑化	よりの確なボトルネック対策	渋滞現象と原因の把握	対策効果の分析
	ネットワークの有効活用・交通需要マネジメント	交通の現状の把握・予測	
物流の効率化・大型車の通行適正化	特車通行許可手続きの簡素化	時間信頼性の分析	走行経路の把握
	商用車等の運行の効率化	走行位置・急ブレーキ情報等の提供	
安全・安心の向上	適正通行による、道路構造物の保全	走行車両の重量の把握	走行実態の分析(単位危険箇所、抜け道等)
	交通事故の抑制	事故原因の分析	
道路調査の効率化・高度化	災害時のネットワークの信頼性向上	発災後の走行実績分析	交通実態の分析(プローブデータから交通全体の状況を推定)
	交通量調査の高度化・効率化	交通変化の予測	
その他	事業評価等の高度化・効率化	時間信頼性の分析	CO2排出量の分析
	環境負荷の軽減	立ち寄り状況等の分析	

具体的な活用の事例を紹介いたします前に、私なりに活用のシーンを体系的に整理してみました。例えば道路交通の円滑化ということを考えて場合、ボトルネック対策、渋滞対策といったものを考えると、ETC2.0 データを使って交通の現象を分析して、渋滞の原因などを把握する。それに応じて対策を講じて、その対策の効果も実際の走行データに基づいて検証するというようなことができようかと思えます。

先ほどの石田先生のお話ですと、このようなビッグデータですと、交通政策だとか、計画だとか、運用のイノベーションといった、もっと大きな話への展開が当然あるかと思うのですが、本日、私のほうは、分析サービスの活用という観点なので、少し狭いかもかもしれませんが、このような整理だということ、一つの整理として見ていただければと思います。

先ほどの石田先生のお話ですと、このようなビッグ

3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例	
<b>正確な渋滞ポイントの把握</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>従来の測定技術(トラカン等)では正確な渋滞ポイントの把握は困難</li> <li>空間的に連続なETC2.0の速度データにより、真のボトルネック位置を特定</li> <li>渋滞末尾の延伸状況等、渋滞ポイントの詳細な交通状況も把握</li> </ul>	
中央道の上り線・小仏トンネル付近の速度分布状況	渋滞ポイントの詳細な状況(イメージ)
<p>ボトルネック位置をトンネル入口手前と特定</p>	<p>渋滞末尾の延伸状況を把握</p> <p>渋滞発生位置や先頭の移動状況を把握</p>

それでは、事例を幾つかご紹介していきます。これは、渋滞対策への活用の事例です。左の図は、渋滞で有名な中央道の上り線、小仏トンネル付近の分析データです。この黒い線が一台一台の車の走行速度、横軸が記録ポストですね、高速道路上の位置をあらわします。その走行速度。ピンク色がその平均値を表しています。少しわかりづらいのですが、実は、ここにトンネルがあって、よくトンネルが渋滞の起点だと従来言われておりましたが、この図で

は小さくてわかりづらいですけれども、トンネルの位置では速度が回復しつつある途上だということで、トンネルの手前の部分が実は渋滞の起点であるがこのデータは示しています。

右の図は、縦軸が時刻、横軸が距離をとっていきまして、車の軌跡をとっているのですが、赤い線のところが少し傾きが大きくなっていると思います。傾きが大きいということは、同じ距離を移動するのに時間がかかっているということなので、走行速度が低下しているということになります。時間とともに渋滞の先頭がどんどん前へ、渋滞の後ろも後ろに広がっていくということで、渋滞の変化などがこのように見えるようになってきます。

### 3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例

**高速道路サグ部における交通状況と対策の応用**

- 高速道路の交通集中渋滞の約6割は上り坂やサグ部で発生
- サグ部では交通量の増加に加えて、車線別の利用状況に不均衡が発生
- 車線利用を平準化する情報提供を行い車線変更を促すことで、渋滞緩和を目指す

車線利用状況（東名下り大和サグ）

車線利用率

交通量

- 交通量が増えるに従い、追越車線の利用率が上昇し、車線利用に不均衡が発生。
- 車線利用を均衡にすることは、渋滞緩和に寄与。

情報提供による車線利用均衡化

車線利用適正化サービス

- 路側センサで交通状態を検知、判定し、真に必要なタイミングで車線変更依頼情報を提供する「車線利用適正化サービス」を検討
- 東名・大和サグ部において公道実証中

また渋滞の話ですが、これも渋滞で有名な東名高速下りの大和付近の事例です。これはデータ分析というよりは、ETC2.0を使ってどのようなサービスを展開していくのかという事例でございます。

まず左のデータは、ETC2.0のデータの分析ではないが、各3車線ありますが、交通量とともに車線別の交通の利用状況がどう違うか分析をしたものです。交通量が増えるに従って、緑色の追い越し車線の利用率が上がっていく。わかりやすく言えば、渋

滞を生じるときは、追い越し車線から渋滞が始まるということになります。これが車線の利用がもし均等に行えれば、渋滞の発生がおくれるだとか、渋滞を緩和することができるのではなからうかということ、ETC2.0を使って、車線利用適正化サービスとありますけれども、情報提供を行って、車線変更を一定程度促すことで渋滞の緩和をできないかというようなことを、今、実験をやっている最中です。

### 3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例

**時間信頼性の算定方法**

- 道路整備の効果は、移動にかかる平均時間の短縮に加え、バラツキの減少も
- 平成26年、時間信頼性指標値算定マニュアルをとりまとめ
- 今後、時間信頼性の算定にETC2.0プローブデータを活用することも検討

時間信頼性指標値算定マニュアル

国総研資料 第790号  
時間信頼性指標値の算定方法をとりまとめ

時間信頼性の考え方

時間信頼性 = 所要時間の変動（バラツキ）  
[例えば、95%タイルという時間信頼性指標は、20回に1回発生するような遅れ]

整備前(A)の所要時間分布

整備後(B)の所要時間分布

95%タイル値

95%タイル値

所要時間

この次の例は、バイパスなどの整備効果を算定する場合の活用です。通常、道路の整備効果というのは、移動時間の短縮で評価しているかと思えますけれども、その移動時間は平均の移動時間だと思えます。ただ、一方、我々が車を運転してどこかに出かけようというときのシチュエーションを考えますと、渋滞しがちで時間が読めない、不確かだという場合は、余裕を見て早めに出発するかと思えます。裏を返せば、時間が読めれば、その余裕時間を短く

できるということで、ここではその時間が読める程度を「時間信頼性」と呼んでいます。

右はそのイメージ図ですけれども、移動時間は時と場合によってばらつくので、そのばらつきの分布です。例えば、赤い線はバイパスができる前、青い線はバイパスができた後。もちろん、平均の移動時間も短くなっている。平均値が入れてないので、わかりづらいと思いますが。一方で、山が、すそ野が狭くなっているということで、ばらつきが小さくなっているということです。

それで、統計的には95%タイル値とあります。この時間を見て出発すれば、20回中19回はおくれずに着くというふうに読めばいいと思えますけれども、こういった余裕時間の見込み方も、繰り返しになりますが、余裕時間を短くして出発できるということにならうかと思えますので、整備効果の実感としては、平均時間の短縮と、ばらつきの不確かさの縮小、この2つが効果としての実感ではないかなと思えます。我々は時間信頼性の計算の仕方は昨年度まとめておりますので、今後、ETC2.0データを使って、こういった分布などを把握して、信頼性の観点からの評価に応用できないかなということを考えております。

**3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例**

**車両運行管理支援サービスの検討**

ETC2.0により、物流事業者等の運行管理の効率化やドライバーの安全性の向上を図る  
 ・これまで、プローブ情報を物流事業者等に提供するシステムや通信インターフェースを作成  
 ・サービスの効果・実現可能性等を評価するため、本年度に社会実験（参加者は公募）

「ETC2.0車両運行管理支援サービス」の概要

物流事業者等  
 リアルタイムな位置情報で  
 正確な到着時刻を予測  
 ⇒ 待ち時間も短縮  
 運転の危険箇所を  
 ピンポイントで特定  
 ⇒ ドライバーの安全確保

ETC2.0  
 トラック等の位置情報  
 17:30:13 17:57:30 18:10:20 18:40:05  
 急ブレーキ  
 急ハンドル情報  
 急ブレーキ -0.42G  
 急ハンドル 0.092G

システムイメージ  
 特定プローブデータ中継システム  
 特定プローブデータ共有システム  
 物流事業者等  
 トラック等運行ルート  
 国総研が構築したシステム  
 特定プローブデータ共有システム：データを抽出・外部に提供  
 特定プローブデータ中継システム：データを事業者毎に振り分け配信

のためのシステムやインターフェースをつくってきましたが、どのようなサービスが民間としてあり得るのか、その効果はどうかといったことを評価するために、ちょうど社会実験をやることにしておりまして、先週から参加者を公募しているところです。

次に、物流効率化の支援のサービスの例です。繰り返して恐縮ですが、ETC2.0は、急ブレーキなどのデータや個々の車の位置などのデータがわかるということなので、物流事業者の方にとって、そういったデータがもしあれば、今、自分の車の位置がどこなのか、それから、ドライバーに対して、こういったところは気をつけて運転してくださいよといった、安全運転などにも活用できるのではないかと思います。我々は、右の図にありますように、そ

**3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例**

**特殊車両通行許可情報を活用した運行支援**

・大型車両の適正通行で道路構造物を長寿命化、運送事業者の利便性向上で負担を軽減  
 ・本年度、許可データを提供・活用する社会実験を実施（参加者は公募）  
 ・適切な提供データ形式の評価、既存の許可システムの改修要件などを検討

特車通行許可申請件数の推移

社会実験の概要

特車通行許可の申請件数は近年増加  
 大型車両が許可条件に沿って適正に走行することによる道路の長寿命化と、許可遵守にかかる事業者の負担軽減が必要

電子地図と重ね合わせが可能な形式による許可データを提供  
 許可経路情報と他の道路交通情報と組み合わせた運行管理等の新たなサービスの実現可能性を確認

運行管理部門  
 最適運行計画  
 支援サービス等

運転手  
 タブレット等による  
 運転手支援サービス等

新たな活用・サービスのイメージ

また、これも別の運行支援の活用の事例ですが、道路構造物の適切な維持管理の観点から、重さや長さが一定以上の車は、許可を得て走行できるというようなことになっています。従来は、その許可は書面で申請をして、書面で許可を行うということになっていましたが、電子申請がある程度普及したこともありまして、その許可ルートを電子情報でドライバーに返してあげるという社会実験を予定しております。今まで、紙ですと、ドライバーはその紙を一々運転中に開きながら確認しなければいけないということですが、電子情報で入手できれば、自分のところのGPSデータと重ね合わせて確認できるということで、そういった煩雑さがなくなっていくかと思えます。このサービスは、実は、ETC2.0を使ったものではないですが、ETC2.0による交通現況とかそういったデータと融合させると、またいろんなサービスが展開していくのではなかろうかと思えます。

次になります、これは今後の話になりますけれども、国際コンテナ物流などの効率化、そこへの応用もできるのではなかろうかと思えます。コンテナターミナルなどでは、荷物の積み増しだとか、そういった車がいっぱいありますが、もし、ETC2.0でこれから台車がコンテナのところに行くということがわかっていれば、事前にターミナル側も準備できますし、そうすると、車も外で待っている必要がなくなる。そうなれば道路の渋滞も減りますしということで、ターミナル側、物流事業者、道路側、全ていい結果になるだろうということで、何かそんな活用ができないかなということを考えております。


### 3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例

#### 維持管理への応用～道路構造物の保全

・大型車両の走行履歴(重量)を把握し、よりの確に道路構造物を保全に応用  
・自動重量計測結果とETC2.0プローブ情報のひも付け方法、システム化を検討

**ETC2.0装着車への特車許可簡素化**

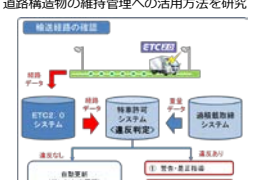
ETC2.0装着車への特車通行許可の簡素化実施時に必要となる違反判定の方法、システム仕様等について、これまで国総研で検討を実施。



特殊車両走行経路違反判定システム

**自動重量計測結果の活用**

新たに始まるETC2.0搭載車向けの特車許可簡素化制度により収集されるデータを活用道路構造物の維持管理への活用方法を研究



いる車は、許可の更新を自動化しようというものです。これはETC2.0で車の走行位置が的確に把握できることから可能になります。

一方で、この許可では重さも許可の条件なので、重さのデータと車の走行データを結びつければ、どの橋にどれだけの重さの車がどれだけ走ったかということが把握でき、橋へのダメージ、維持管理への応用もできようかと思えます。

### 3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例

#### 道路交通調査の効率化・高度化

・ETC2.0を用いて、道路交通状況をより詳細に、より効率的に収集  
・旅行速度、経路については、平成27年度より一部活用開始  
・取得データから、精度良く交通全体を推計できる方法を検討中

**ETC2.0プローブ情報を活用したこれからの道路交通調査**

道路ネットワーク上の交通状況(交通流動、交通実態)を適切に把握し、最終的には交通状態に応じた道路運用を実現

	これまで：H22～ (5年毎の調査+常時観測の併行)	これから：H27～ (常時観測への本格移行)	将来 (常時観測体制の完成)
OD	アンケート (紙・web)	ETC2.0プローブ	ETC2.0プローブ
道路状況	道路地盤 現地調査	ETC2.0プローブ	高精度情報
交通量	人工観測 機械観測	ETC2.0プローブ	トラッカー・推定
旅行速度	実走行 民間プローブ	ETC2.0プローブ	ETC2.0プローブ
経路	-	ETC2.0プローブ	ETC2.0プローブ

取り入れたような形ですが、そのようなものに持っていきたいと思っております。

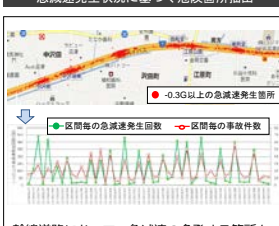
### 3. ETC2.0を活用したサービス・分析の例

#### 交通安全対策へのETC2.0プローブ情報の活用

走行履歴、挙動データに基づき、事故につながる要因の分析手法を検討

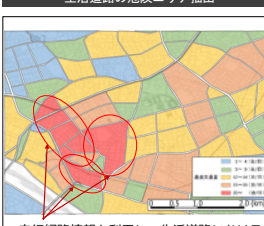
- ①急減速の発生状況から危険箇所を抽出
- ②急減速の要因を推定
- ③通過交通等の交通状況を把握
- ④生活道路の危険エリアを抽出

**急減速発生状況に基づく危険箇所抽出**



幹線道路において、急減速の多発する箇所を危険箇所として抽出

**生活道路の危険エリア抽出**

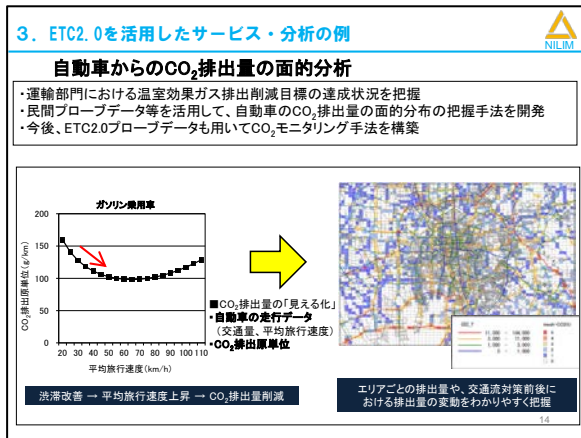


走行経路情報を利用し、生活道路における通過交通の多い危険エリアを抽出

物流に関して最後は、維持管理への活用のアイデアです。先ほど、特殊車両の通行許可制度をお話ししたと思いますけれども、ETC2.0を装着した車につきましては、許可手続を簡素化することが本年度中に開始されます。これはどのようなことかといいますと、複数の経路についてまとめて通行の申請を受けて許可をする。今まで一本一本申請しなければなりませんでした。そういったまとめて申請、許可をして、なおかつ、ちゃんと指定されたルートを走って

次に、道路交通調査の効率化、高度化への活用ですが、最初のほうで申し上げましたように、ETC2.0はさまざまなデータが24時間、365日とれるということなので、当たり前のことですけれども、道路交通のためのデータの取得の調査、その方法が変わっていくことになります。この図は概念ですが、ゆくゆくは、今までは5年に1回の道路交通センサスみたいだったものを、常時観測体制に変えていく。27年度、今年のセンサスは、その途中なので、一部

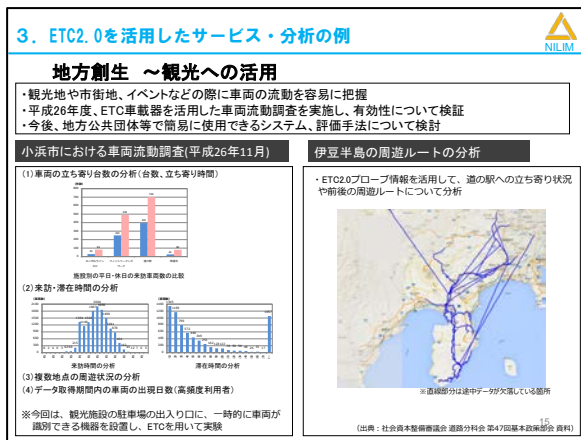
交通安全への活用の例です。左は急ブレーキの箇所を整理したものです。交通事故の発生件数はそう多くないが急ブレーキの回数が多い、いわゆるヒヤリハット箇所を示しています。事故データだけでは出てこないことがプローブデータからわかります。右は、生活道路に囲まれたエリアをある程度のブロック単位に分けて、通過交通がどれだけあるか整理をしたものです。赤で囲まれたエリアは通過交通が1日20台以上で、相対的に危ないかなという場所です。



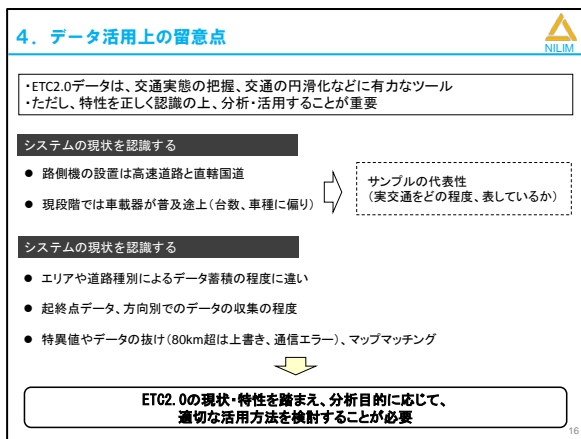
これは、道路交通環境への応用です。右側の図は、500mメッシュで車からのCO<sub>2</sub>の排出量をあらわした図です。当然、入力値として交通量、それから平均の旅行速度を入れているのですが、プローブデータで実際の交通の速度がわかれば、こういった計算にも応用していけるかと思っております。

次に、災害発生時の通行可能性の応用です。東日本大震災のときには、道路啓開、早く通れるようにするということの重要性が示されました。右図は、ETC2.0 プローブデータに基づいて、実際に車が通れているかどうか、どれぐらいの速度で通っているのかということを示した図です。着色されていないところは通行実績がないこととなります。緑の線は通常のスピードで、赤は渋滞しているという状況です。しかし、データは、例えば3時間とか4時間ぐらいの時間、タムでとりますので、少し注意が必要です。分析と対象とする地域と道路の種類によっては、データが極めて少ない。したがって、通行できているかどうかの判断がちょっと難しい場合があります。東京などの大都市部では、高速道路で1時間もデータをとれば、その判断ができるかと我々は見えています。地方部ですと、高速道路でも6時間ぐらいデータを蓄積しないとらないと思っております。

次に、災害発生時の通行可能性の応用です。東日本大震災のときには、道路啓開、早く通れるようにするということの重要性が示されました。右図は、



最後、事例として少し簡単にしますが、観光への活用ということで、観光地への立ち寄りだとか、観光周遊の流動、こういったような分析などもできようかと思えます。



以上、事例を中心に、どんな分析やサービスがあるかという話をしたところですが、今後、皆様、もし、みずから分析に携わることがあれば注意していただきたいことを少しまとめてみました。

今、ETC2.0のアンテナは、直轄国道や高速道路に設置されているということと、車載器がまだ普及の途上だということがあって、データの量などにちょっと課題があります。先ほども申し上げましたが、まだエリアだとか道路の種類によってはデータが少

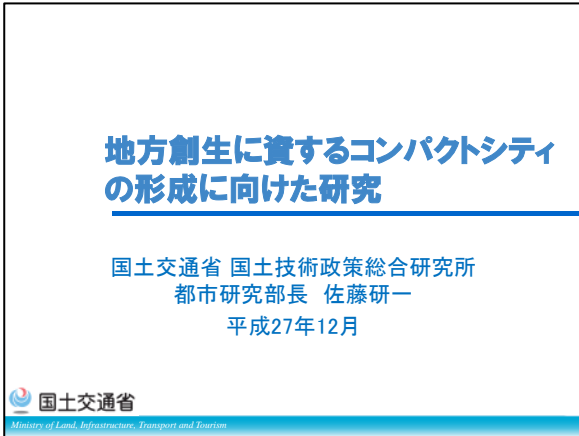
ないところもあったりする。それから、方向別とありますが、アンテナ、直轄国道に向かうほうのデータは結構とれますが、逆に、直轄国道から離れていくほうのデータが少ないのではなからうかといったことで、とったデータが実際の交通をどの程度あらわしているのかどうか、そういったことに留意しなければならないと注意していただければと思います。非常に有力なツールだと思いますので、こういった特性をちゃんとわかった上で、留意して使っていただけると、いい発展性があるのかと思っております。

最後、少し蛇足になりますが、この ETC2.0 以外に、ほかの技術を融合して、こんなことも考えていく必要があるだろうという整理をちょっとしています。先ごろ、モーターショーなどで自動運転が非常に盛んに報道されていると思います。あれはあれで、実現までにどのような課題があるのか、また議論があるところですが、車のほうはいろんなセンサー、CAN とか、接近のセンサーだとか、いろんな技術が進歩しているので、そういった技術とこの ETC2.0 を融合させていいサービスができないかなと思っております。我々、自動車メーカーや電機メーカーなんかと共同研究を、今、始めたところでございます。

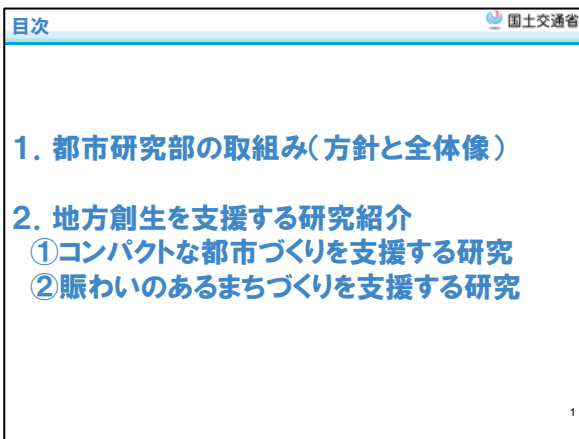
以上、お話を終わりにしたいと思います。本日の私のお話は、今後、ETC2.0 データの活用を考えていただくきっかけ、もしくは、今後、分析する上での参考になれば幸いです。ご清聴ありがとうございます。



### 3.8 地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究 (都市研究部長 佐藤 研一)



都市研究部の佐藤でございます。私からは、地方創生とコンパクトシティに関する研究についてお話をしたいと思います。



話の内容でございますけれども、まず、都市研究部の取組みの方針と全体像を簡単に説明させていただきまして、その後、地方創生を支援する研究につきまして、コンパクトな都市づくりを支援する研究と、それから賑わいのあるまちづくりを支援する研究の順にご説明をさせていただきたいと思えます。


年度	H12(2000)-H16(2004)	H17(2005)-H21(2009)	H22(2010)-H26(2014)	-
社会・行政	都市再生法 容集法改正	まちづくり三法改正	東日本大震災	地方創生 都市再生法・地域公共交通活性化法改正 低炭素まちづくり法
都市構造の再構築 (都市構造)	人口減少下における都市・地域の持続性・アクセシビリティに関する研究	人口減少社会に対応した郊外住宅地の再生・再編手法の開発	都市計画における機能的土地利用マネジメントに向けた土地適性評価技術に関する研究	都市の計画的な構造・再編の土地適性評価技術及び立地決定技術の開発
都市の安全性の向上 (都市構造)	まちづくりに関する防災評価・対策技術の開発	避難用途規制の性能基準に関する研究	避難ネットワーク解析を用いた避難しずみルートの評価に関する研究	地域安心居住機能の最適なストックマネジメント技術の開発
地球環境に配慮した都市環境	都市空間の熱環境評価・対策技術に関する研究	低炭素・水・エネルギー活用社会に向けた都市システム技術の開発	みどりを利用した都市の熱環境改善による低炭素まちづくりの評価手法の開発	

まず、我々が何をやっているのか、これまでの取り組みについてご覧いただきたいと思います。平成12年度に発足しましたが、当時、都市再生あるいは密集市街地対策、こういったものに対応した研究に取り組んでおりました。その後、中心市街地活性化問題が取りざたされる時期、これと相前後いたしましたして、人口減少社会に関する研究に取り組み、東日本大震災以降は主に災害対策に関する研究に取り組んできました。平成24年には、低炭素まちづくり法

が施行されましたけれども、それ以前から地球環境に関する研究は地道に継続しておりました。そして、最近、これまで研究してきた人口減少社会やコンパクトシティに関する研究を生かして地方創生に関する研究に取り組んでいるという、大ざっぱな状況でございます。

1. ②最近の研究成果の社会・施策への反映			
○国と連携して研究を進め、都市計画法、建築基準法等に関する技術指針等に活かすほか、地方公共団体の制度運用等を積極的に技術支援している。			
最近の国の施策等への反映事例			
	研究テーマ	国の行政施策	地方公共団体での活用例 (検討中を含む。)
都市構造の再構築	建築用途規制の性能基準に関する研究(H19-H21)など	建築基準法の改正による老人ホーム等の地下室の容積率緩和(H26.6)	全国
	アクセシビリティ指標によるエリアと都市交通施設の評価手法に関する検討(H24-H25)など	アクセシビリティ指標活用の手引き(案)(H26.6)	名古屋市、広島市他
都市の安全性の向上	公共施設・宅地一体型の液状化対策効果に関する検討(H23-H25)など	宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針(H25.4)	浦安市、浦安市他、東日本大震災被災地及び全国
地球環境に配慮した都市環境	低炭素・水素エネルギー活用社会に向けた都市システム技術の開発(H21-H24)など	低炭素街づくり実践ハンドブック(H25.12)	渋谷区、江東区、志木市、吹田市他

次に、その研究成果がどう役に立っているかご覧いただきたいと思います。最近の研究テーマと、その成果の代表例を挙げてございます。主に成果は国の施策として法令や指針などに反映するほか、全国の地方公共団体の都市計画やまちづくりの業務に活用していただいている状況でございます。

1. ③地方公共団体等への技術支援	
○全国の地方公共団体が研究成果を活用できるよう、国総研HPに公表、プログラム等をダウンロードできるようにしている。さらに、現地に出向き技術指導を行っている。	
○国総研HPに掲載している主な最近の研究成果	
<p>「アクセシビリティ指標活用の手引き(案)の概要」(H26.6掲載)</p> <p>「宅地の液状化被害可能性判定計算シートの更新」(H26.9掲載)</p> <p>「WEBアンケートを用いたパーソントリップ調査票」(H27.3掲載)</p> <p>「宅地の液状化マップの作成支援ソフトに関する情報」(H27.3掲載)</p>	
<p>(参考) H26年度の実績</p> <p>○国総研HP(都市研究部担当)のHPアクセス状況 約10万件</p> <p>○現地で技術指導状況</p> <p>現地技術指導(会議、出前講座含む) 72件</p> <p>電話・FAX・電子メール 4件</p>	4

特に地方公共団体への技術支援に、近年、力を入れております。開発したプログラムをホームページからダウンロードできるようにするのはもちろんですが、要望がございましたら、現地に出向いて積極的に相談、指導に応じているということございまして、もちろん、記者発表などで広くPRに努めております。我々としては、こうした相談、指導は非常に労力を要する仕事でございますが、国総研の役割として重視しているということ、簡単です

けれども、都市計画の取り組みの方針や全体像についてお話をさせていただきます。


2. ①コンパクトシティについて	
<p><b>コンパクトシティ</b></p> <p>Compact City by George Dantzig and Thomas L. Saaty (1973) (The Death and Life of Great American Cities by Jane Jacobs (1961))</p> <p>Bruntland Report (1987) EU Green Paper on the Urban Environment (1990) Policy Planning Guidance U.K.</p>	
○コンパクトシティ	<p>都市の中心部に居住と各種機能を集約させた人口集積が高密度なまちを形成すること</p> <p>(経済財政諮問会議「選択する未来委員会」地域のみらいWG報告 2014.10)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・都市の中心部に高い人口密度を持つ</li> <li>・公共交通が整備されている</li> <li>・土地利用の混合利用が許されている</li> </ul>
○期待される役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境負荷の低減</li> <li>・財政の持続可能性</li> <li>・地域の経済活性化</li> <li>・高齢者や障がい者も快適に暮らせる</li> </ul>
<p><b>少子高齢化の進行 人口問題</b></p>	

それでは、本題の地方創生とコンパクトシティに移りますが、まずコンパクトシティから入りたいと思います。この言葉はご存じだと思いますけれども、都市計画の分野で有名なジェイン・ジェイコブズ思想に影響を受けた2人の数学者がつくった造語と言われております。その概念は世界各国の都市政策に既に取り入れられまして、我が国でも政府のいろいろな報告で使われているところでございます。

一般的には、都市の中心部に居住と各種機能を集約させた人口集積が高密度なまちを形成するというような意味で使用されています。その期待される役割として、環境問題、財政再建、経済再生、生活の質の向上といった総合的な面を持っておりますので、非常に便利な言葉ですが、実を言うと、気をつけて使わなければいけない言葉かもしれません。

したがって、特に昨今の日本で少子高齢化の進行に伴う人口問題の観点から、地方創生の重要な施策の一つとして取り上げられていますが、現場ではいろんな意味でこのコンパクトシティを



**2. ③都市研究部のこれまでの取組み** 

○関連する研究と主な成果

**①コンパクトな都市づくりを支援する研究**  
 アクセシビリティ指標によるエリアと都市交通施設の評価手法に関する検討(H24-H25)  
 都市計画における戦略的土地利用マネジメントに向けた土地適性評価技術に関する研究(H23-H25)

↓

**事例1: 「アクセシビリティ指標算出プログラム」**

**事例2: 「土地適性評価プログラム」**

**②賑わいのあるまちづくりを支援する研究**  
 街路ネットワーク解析を用いた賑わい歩行ルート診断に関する研究(H24-H25)  
 都市における賑わい創出に資する広場等の空間評価に関する研究(H26-H27)

↓

**事例3: 「中心市街地の市民参加型『賑わい』診断ツール」**

**事例4: 「(仮称)広場空間の高質化マニュアル」 (予定)**

8

これから我々が行った研究と成果についてご紹介します。コンパクトな都市づくりを支援する研究についてアクセシビリティと土地利用適性に関する2つの計算プログラム、そして賑わいのあるまちづくりを支援する研究につきましては、中心市街地の診断ツールと広場の高質化マニュアルをご紹介します。これからの都市計画においてこういったことは当然必要になる、当たり前のものだとご認識いただきたいと思います。

**2. ④-1 事例1:アクセシビリティ指標算出プログラム** 

多くの地方都市が「公共交通を中心にしたコンパクトな都市づくり」を目指す  
 ○公共交通のサービス水準をわかりやすく表現する(都市全体、各地区)  
 ○実務(地方公共団体)向け、面的で客観的なデータを用いてわかりやすい議論ができる

「アクセシビリティ指標」とは、  
 公共施設等へのアクセスのしやすさを、交通機関の待ち時間等を含めて換算した指標

《特色》

- 計算がわかりやすい。(＋×÷ 四則演算しか使いません。)
- 評価結果を実感しやすい。(サービスを受けられるまでの所要時間(分)に表現を統一。すべての指標を固で表現。)
- 病院などの生活サービス施設を配置を検討し簡単に評価できる。

《活用場面例》

- コンパクトシティを推進するための政策立案段階
- 病院等の利便施設の配置計画
- 公共交通機関活性化施策等の立案
- 政策等に関する住民との合意形成段階
- 公共施設施設の統廃合、バスネットワークの再編に関する影響の説明
- 政策の検証段階
- 様々な都市政策の事後評価

(実績) 名古屋市、広島市などで実績


T指標による表現 (パターンA)  
 公共交通に乗り始めるまでの最短時間(各地点の居住者が、任意の時刻に出発して、公共交通に乗り始めるまでの最短時間) を受注



9

1 番目のアクセシビリティ指標算出プログラムは、公共交通を中心にしたコンパクトな都市づくりのための計算プログラムという位置づけです。ここではアクセシビリティ指標という概念をつくりました。これは、都市における公共交通のサービス水準をわかりやすく評価するためのもので、ある場所から病院などへのアクセスのしやすさを電車やバスの待ち時間を含め、簡単に計算できるようになっています。

活用場面でございますが、例えば公共・公益施設の統廃合ですとか、バスネットワークの再編の検討などを公共団体で行う場合などを想定してございます。

**2. ④-2 事例1:アクセシビリティ指標算出プログラム** 

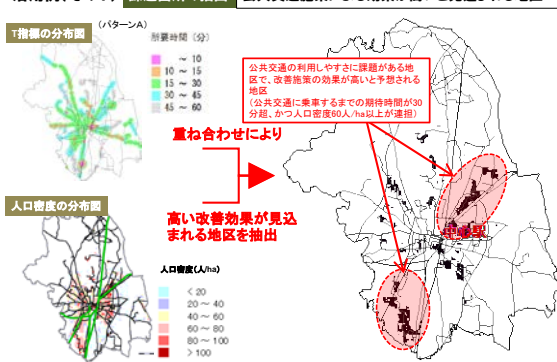
**活用例(その1) 課題箇所の抽出 公共交通施策による効果が高いと見込まれる地区**

T指標の分布図 (パターンA)  
 所要時間(分)  
 10 ~ 15  
 15 ~ 30  
 30 ~ 45  
 45 ~ 60

重ね合わせにより  
 高い改善効果が見込まれる地区を抽出

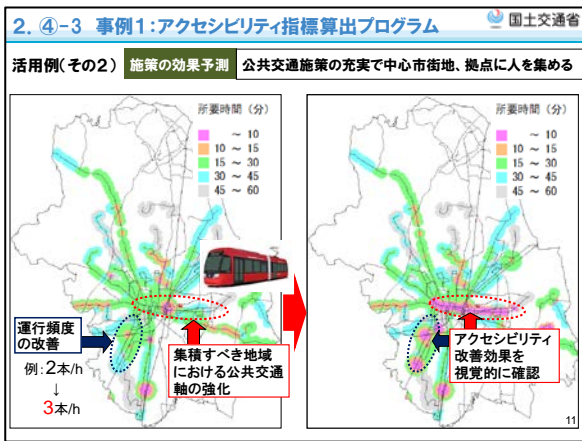
人口密度の分布図  
 人口密度(人/ha)  
 < 20  
 20 ~ 40  
 40 ~ 60  
 60 ~ 80  
 80 ~ 100  
 > 100

公共交通の利用しやすさに課題がある地区で、改善施策の効果が高いと予想される地区  
 (公共交通に乗り始めるまでの最短時間が30分超、かつ人口密度60人/ha以上が連邦)



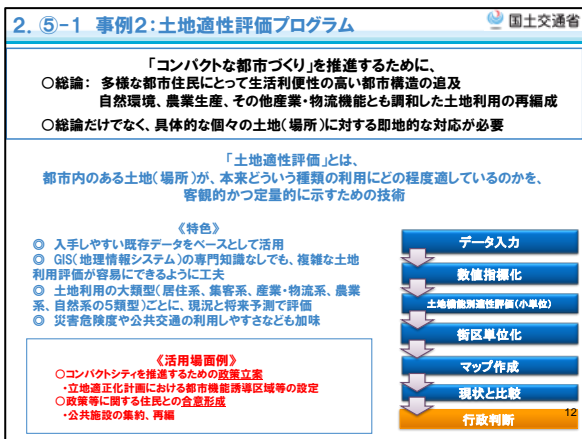
10

その活用例、1つ目が、都市の中での公共交通の課題箇所を見つける場合のイメージでございます。都市全体のアクセシビリティ指標というものを、その都市の人口密度分布と重ね合わせることによって、多くの方が住んでいながら、今のところ、公共交通が不便な場所、すなわち、新たな公共交通施策による効果が高い地区がわかるといった、そんなイメージで考えていただきたいと思います。



それから、2つ目の活用例でございます。中心市街地や拠点に賑わいや人を集めるため、新たな公共交通施策を検討しているけれども、その効果を予測するというような場合がございます。現状のアクセシビリティ指標が中心市街地や拠点の集積性を高めるために、例えばLRTを導入したり、拠点間のバスの運行頻度を増やしたりすることで、どのようにアクセシビリティが改善するのかというようなことを予測するのに使うというイメージでございます。今

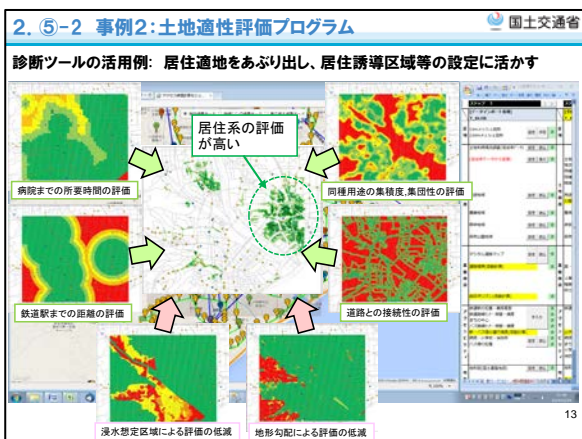
後の研究としては、集積性が実際にどのように増加するのか、実際に予測するという可能性についても検討していかなければいけないと思っております。



それから、2番目の事例でございます。こちらはコンパクトな都市づくりを評価する土地利用適性評価プログラムと呼んでおりますが、一般的にコンパクトシティには賛成けれども、自分自身の問題になると反対という、いわゆる総論賛成各論反対になりがちな都市再構築、都市再編の議論を公共団体が円滑に進めていくための手段として、参考的に活用していただくようなイメージで開発してございます。


土地適性評価とは、都市内のある場所を多面的に評価して、客観的かつ定量的なデータとして地図に表現します。したがって、都市内の個々の土地利用状況がいろんな観点から見てどうなのか、参考的に示すというようなものになります。

先ほど説明しましたアクセシビリティ指標算出プログラムですとか、既存の災害のハザードマップなども併用することで、公共交通の利用しやすさとか、あるいは災害危険度なども加味して、行政施策の妥当性ですとか有効性を検証したり、議論する際に活用するというイメージです。



活用例として、都市再生法の改正がございました。その中で、今後、市町村が立地適正化計画というものを策定できることになっております。その立地適正化計画を策定するに当たって参考にするために、検討のイメージとしてこういったものをつくりましたが、都市内の居住適地、広がり過ぎた居住地域をできるだけコンパクトという言葉で小さくしていくという意味で、例えば居住適地のあぶり出しをする場合に、都市の地図の上には各種公共施設や利便施

設をまずは重ね、さらに、病院までの所要時間、鉄道駅までの距離、周辺の土地利用、道路の状況、水害による浸水可能性、地形の起伏などを重ね合わせて、これによってその評価基準での評価の高い場所を視覚化するというようなイメージで考えております。こうしたことを比較的簡単にできるように工夫してあるのが、このプログラムの特徴と考えていただきたいと思います。

**2. ⑥-1 事例3:中心市街地の市民参加型『賑わい』診断ツール** 

**全国で問題となっている中心市街地の賑わい**

○賑わいを取り戻す、実務向け(地方公共団体の都市計画部局等向け)の調査手法  
○歩行者を重視した中心市街地づくりの議論を、比較的安価に、面的で客観的なデータで支援

**『賑わい』診断ツール**


《特色》

- ◎人の動きのパターンを現地の歩行者から聞き取る簡易な方法により把握
- ◎従来の歩行者調査は、その量を定点点で把握するのが一般的。この手法では「自転車止」GPS付き小型カメラという簡易な方法により、まるで人体をCTスキャンする如く、歩行者の状況を面的に把握
- ◎イギリスを中心にヨーロッパで取り組み始められた歩行者重視の中心市街地づくりの手法である「空間ネットワーク分析」を拡張

《効果》

エリア全体の各商店街の集客力向上を目指す戦略的ストリート形成  
人の動線誘導のための看板設置から再開業に至るまで幅広く賑わいづくりの施策を発見、議論可能

(実績)小田原市、松山市、金沢市、広島市などで実施




全国各地で中心市街地活性化の取り組みが行われているが、その効果の計測は十分でない

14 〔中心市街地のまちづくり〕(国土交通省)より

それから、賑わいのあるまちづくりについても2つご紹介をしたいと思います。1つ目は中心市街地です。全国の中心市街地では、以前からさまざまな対策が行われていますけれども、果たして効果が上がっているのか。あるいはまた、的を絞った効果的な対策がとれるかといった疑問があると思います。この賑わい診断ツールは、歩行者を重視した中心市街地づくりの議論を、客観的にデータを示すことで支援するために開発したものと考えていただきたいと思います。

思います。それで、既に幾つかの都市では実際にこれを試していただいているという状況でございます。

**2. ⑥-2 事例3:中心市街地の市民参加型『賑わい』診断ツール** 

**活用例: まちの「賑わい」を阻害している原因を分析し対策を考える**

**歩行者経路分析**

例: インタビュー調査によって得られたアンケート結果から、あるエリアに関連する歩行者経路の抽出・分析

3つのエリア間の回遊性が少ない!

**街路のつながりの良さ**

空間分析により、街路のつながりの良さを可視化

つながりが良い例: 多くの道路と接続している  
つながりが悪い例: 多くの道路と接続していない

3つのエリア間に、つながりが悪い場所を発見!

つながりの長さ指標

魅力的な回遊経路となり得る潜在的なエリアが存在するが、それらの間のつながりを分断している場所がある。各エリアに特徴的な建物や店舗が並ぶ通りが存在するが、相互の関係性が弱く、つながりに欠ける場所がある。

**施策への反映(例)**

- ・自動車交通の制限
- ・視線の誘導(見通しの確保)
- ・周辺建物建て替え時における歩行者通路の確保

15

活用例のイメージでございます。まちの賑わいを阻害している原因を分析して、対策を検討するような際に使うイメージです。

ある都市の中心市街地において、歩行者の動きの実態と集客施設等の立地状況を調査することをまずは行い、その結果と、空間理論がございます、その空間分析理論の指標によって、例えばつながりのよさを分析した結果、その結果を比較することで賑わいを阻害している原因を把握しまして、道路や

広場、案内などの対策の検討に活用するというものでございます。例えば観光まちづくりというような観点でも使えると考えております。

2. ⑦-1 事例4:(仮称)広場空間の高質化マニュアル※ 国土交通省

※予定

活用例: 要素配置等の工夫により、各々の広場に適した「賑わい」創出方法を考える  
広場の空間配置と人の動きの関連性に関する実証実験 (H27.10)

**広場空間の人の動きを「見える化」!**

**施策への反映(例)**

- ・利用者数アップを図るための広場レイアウトの工夫
- ・街なかへ新たに広場を設ける際の位置選定の検討
- ・周辺建物とのタイアップによるアクティビティの向上

16

2. ⑦-2 広場の空間配置と人の動きの関連性に関する実証実験 国土交通省

15日(木): 滞留者数 延べ約77人/時間・全面

[設定条件]

- ・テーブル・イス、植栽を直線的に配置。
- ・広場を南北に抜ける直線的な動線を確保。

[評価]

- ・どの座席も歩行者からさらされている状態となり、滞留空間の囲まれ感・領域感が弱い。
- ・各テーブル間隔が広く、隣のテーブルとの関わりは感じられない。

[結果]

- ・テーブル間を通り抜ける歩行者が多かった。
- ・広場中央を速いスピードで通り抜ける自転車も多くみられた。

17

2. ⑧プログラムの利用方法等 国土交通省

□都市研究部HP  
<http://www.nilim.go.jp/japanese/organization/toshi/toshi.htm>

○土地適性評価・アクセシビリティ評価プログラム  
都市計画研究室・都市施設研究室HPに旅行版を公開中(ダウンロード可)  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/index.htm>  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/index.htm>

○「アクセシビリティ指標活用の手引き(案)」  
都市施設研究室HPに公開中(ダウンロード可)  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/index.htm/files/accessibility.pdf>

○「土地適性評価プログラム利用マニュアル初級編(案)」  
都市計画研究室HPに公開中(ダウンロード可)  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoku/kpr/prm0049pdf/kp0049t1.pdf>

○中心市街地の市民参加型「賑わい」診断ツール  
「賑わいづくり施策「発見」マニュアル」  
都市施設研究室HPに公開中(ダウンロード可)  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/index.htm/files/nigwai.pdf>

18

- ・利用者等からの要望や意見をお伺いして今後の取組みに反映します。
- ・相談や問合せがあれば、必要に応じて技術支援を実施します。

それから、最後の事例になります。こちらは、11月30日に速報という形で記者発表したばかりですが、先ほどの中心市街地の中での広場に注目した賑わいについての研究でございます。広場の中での人の動き、これは赤い線ですけれども、それと、椅子や植栽などのレイアウトとの関連性を調べて、広場の賑わいを創出するための対策を検討するための実験を富山市で行いまして、今後、分析を行い、マニ

ュアルとしてまとめ、富山市初め全国の都市の施策へ反映できるようにしたいと考えてございます。

富山市の富山グランドプラザという広場で、10月の平日5日間、広場の空間レイアウトを変えて歩行者の行動を調査したものでございます。

以上で事例紹介を終わりますが、最後、一つお断りしておかなければいけないのですが、これらのプログラムとかツールを使えば、自動的に答えが出ると思うのは当然間違っているということございまして、これからの都市計画は、これまでと違って、あらかじめ明示されていたような形ではなく、個々にその時点、時点で、その都度、個別に判断を繰り返すという事後判断的なものになると思いますので、その際に、今まで必ずしも十分でなかった分析、

評価をきっちりやりながら、一つ一つの判断を的確にしていくというような観点でこれを使っていたきたいので、もし、これから地方版の総合戦略を策定あるいはその評価をする際に、こういったものを使う場合には、それぞれのまちの総合戦略に応じてプログラムやツールをカスタマイズして使っていただければと思っております。

これまでご説明したものは、ホームページからご利用いただけますので、ご関心のある方はご覧いただきたいと思います。

2. ⑨今後の展開 国土交通省

**現在進行中の研究**

「都市の計画的な縮退・再編のための維持管理技術及び立地評定技術の開発(H26-H28)」  
 ・郊外市街地の計画、維持管理技術の開発 ⇒ 都市内エリア別将来人口・世帯予測モデル(試行版)  
 ・新技術・新産業の立地評定技術の開発

「地域安心居住機能の戦略的ストックマネジメント技術の開発」(H27-H29)  
 ・地域安心居住機能の地域別将来必要量及び適正配置の予測手法

**おわりに**

国の機関として  
**総合性:** 人口問題、産業生産性、持続可能性、社会的機会の公平性等と密接に関係する研究開発  
**先進性:** 世界の動向、社会環境の変化、新たな政策ニーズを見通した研究開発  
**実用性:** 地方公共団体における政策判断や住民との合意形成に役立つ研究開発  
**合理性:** 客観的、定量的、技術的な政策評価技術等の研究開発

研究・技術基準原案 の作成		
コンサルティング (技術指導・相談)	<b>活動の柱</b>	技術移転(研修会、 講演会、人材育成)
コーディネーター (「馬の鼻」の役)		

19

最後でございます。今後の展開というのはちょっと大きですが、現在進行中の研究ということで、2つだけ紹介して終わりたいと思います。

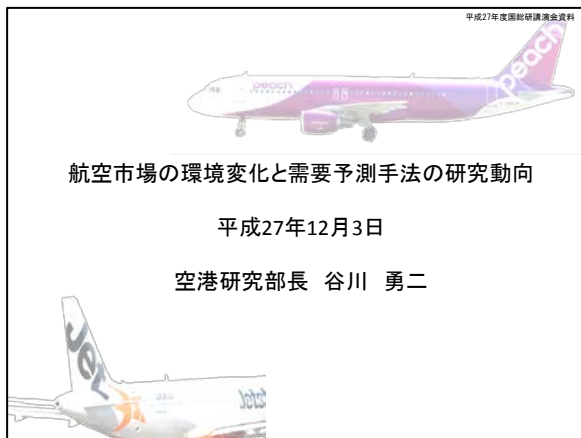
一つは、都市の計画的な縮退・再編のための維持管理技術及び立地評定技術の開発という流れのこと。それから、地域安心居住機能の戦略的ストックマネジメント技術の開発というものです。前者は、進行中ながら、試行版ですけれども、都市内のエリア別の将来人口、世帯予測プログラムを開発してご

ざいまして、地方版総合戦略は人口予測が最も重要なので、これに使えるのではないかと考えております。まだ公開しておりませんので、必要な方は個別にお問い合わせいただければ、ご相談できると考えております。

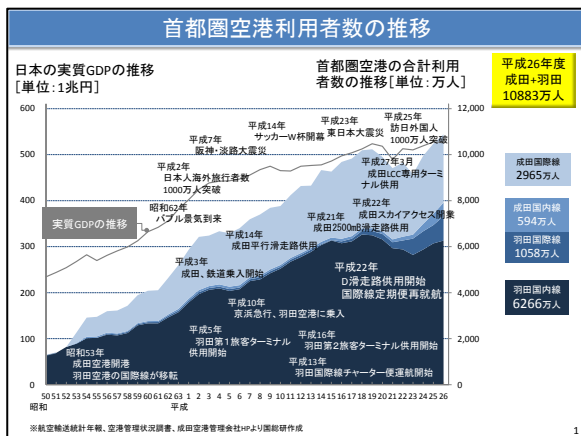
私からは都市研究部の取り組みについて、地方創生とコンパクトシティをテーマにお話をさせていただきました。結論としては、地方公共団体に対する技術支援、これを積極的に行っているということを強調していきたいと思っております。どうもありがとうございました。



### 3.9 航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向 (空港研究部長 谷川 勇二)

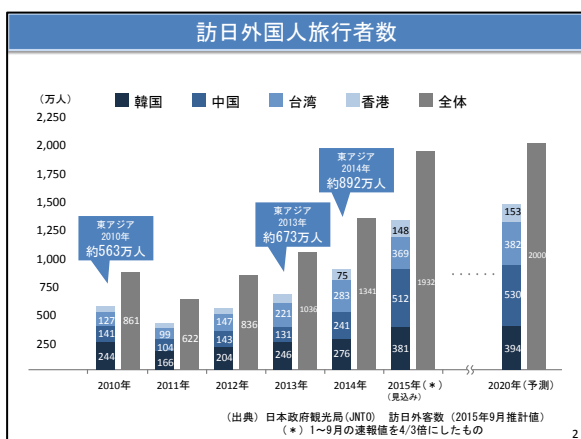


ただいまご紹介いただきました空港研究部長の谷川でございます。本日は、「航空市場の環境の変化と需要予測手法の研究動向」ということでお話をさせていただきたいと思っております。



最初に、首都圏空港の航空利用の推移につきまして、我が国の実質 GDP の推移とともにご覧いただきたいと思っております。航空需要の旅客推移につきましては、おおむね GDP の推移とともに平成 18 年、19 年ごろまでは連動して推移し、ちょうど平成 20 年のリーマンショックで経済環境が落ち込んだときに航空需要もガクッと落ち、平成 23 年の東日本大震災のころにはまたさらに航空旅客数は一段落ち込んで、その後、回復基調にあります。

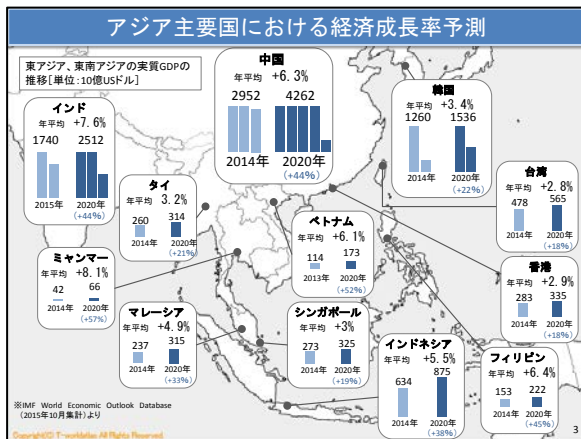
こうした GDP の推移と航空需要の予測、今日は、この辺の 10 年以内の話をちょっとさせていただきたいと思っております。GDP 伸び率におおむね連動してはいるものの、ごく最近の羽田、成田の需要はかなり急激に伸びている。一つは羽田空港、この黒いところが羽田の国内線をあらわしているのですが、国内線については伸びているというよりは、むしろ、以前に回復をしているという状況でございます。成田の国内線も少しございますけれども、基本的には、この大きな伸びは国際線旅客が伸びていることによるものでございます。



このことは、ここに平成 25 年、訪日外国人 1,000 万人突破とあることから端的にあらわしております。それには訪日外国人旅客の増大はどうなっているかを示しますと、このグラフ、2010 年からの推移でございますけれども、このグレーのところは全体の旅客数でございます。かなり勢いよく伸びている。中でも内訳として占めているのは、韓国、中国、台湾、香港、こういった東アジア

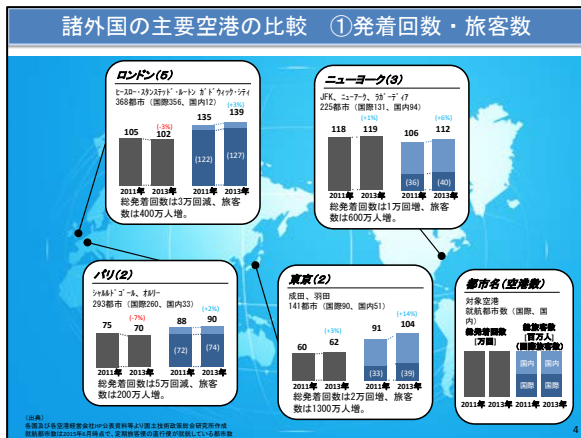
アからの訪日外国人旅客数が多い。全体の約7割を占めているところがございます。

ちなみに、2015年の1月から9月までの速報値のデータを約1年分に拡大して、1,932万人となることから、政府の目標である2,000万人にかなり肉薄すると考えてございます。2000年における東アジアの内訳も、国総研、我々のほうで過去の推計から案文推計した数字でございますけれども、これも1,500万を超えるようなかなり大きな数字となっております。



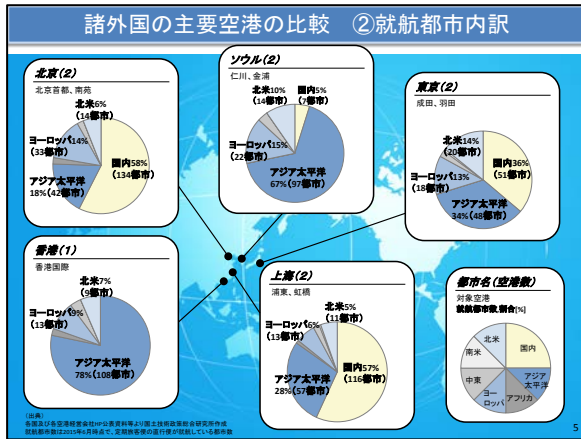
この東アジアからの外国人旅客数の増大は、皆様も大体察しがつくとおり、東アジアにおける経済成長が非常に大きいということで、IMFの予測によりましても、中国の6.3%であるとかインド7.6%というように、大きな伸びを背景として外国人旅客数が増えている。こういったアジア各国の経済成長は、日本だけではなくて、アジア域内であるとか、アメリカやヨーロッパ、世界各地への航空旅客の増大をもたらすと考えております。

ここで首都圏空港、我が国の空港と世界の主要空港とをちょっと比較してみたいと思います。東京一羽田、成田2空港によります2013年の発着回数は62万回でございます、その年の旅客数は1億400万人でございます。

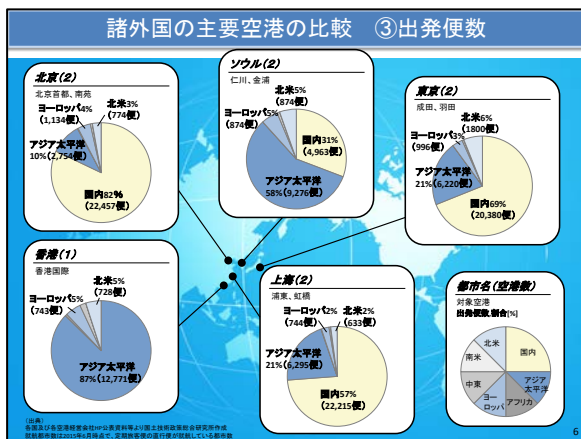


それで、東京と各国とを比べてみますと、先ほど言った発着回数62万回であるとか、旅客数が1億400万人でございますし、ニューヨークでは119万回、1億1,200万人でございますし、ロンドンにおきましては102万回の1億3,900万人、パリにおきましても発着回数では70万回、旅客数は9,000万人でございますけれども、特に国際線の旅客数を見ますと7,400万人、首都圏空港におきましては3,900万人というふうに、かなり大きな差があると考えられます。特に注目したいのは、国際線の就航都市が東京は90都市でございます。これに対してニューヨークは131都市、ロンドン356都市、パリに至っても260都市。ここはかなりネットワークの広さという意味で大きく差があると思っております。

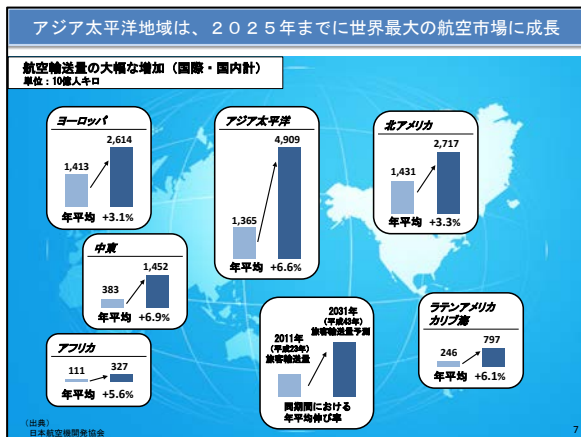
に注目したいのは、国際線の就航都市が東京は90都市でございます。これに対してニューヨークは131都市、ロンドン356都市、パリに至っても260都市。ここはかなりネットワークの広さという意味で大きく差があると思っております。



それでは、日本の首都圏空港とアジアの主要空港とを比較してみるとどうであろうか。ここでは就航都市の数を国内、国際と分けてあります。東京の首都圏空港におきましては、国内では51都市との路線がありますけれども、海外につきましては、アジア太平洋方面で48都市、ヨーロッパ18都市、北米で20都市という都市数になってございます。これとアジアの各空港とを比較してみますと、例えばアジア太平洋48都市でございませけれども、ソウルでは97都市、それから香港では108都市というように、首都圏空港を上回るネットワークを有する空港があることがよくわかります。ヨーロッパ方面につきましても、東京18都市に対して、ソウル22、あるいは北京33というように、ヨーロッパ方面も東京を上回るような空港ネットワークになっていることがわかります。ただ、北米20都市というのは、実は、この4空港の中では東京が一番多いというようになっている状況でございませ。

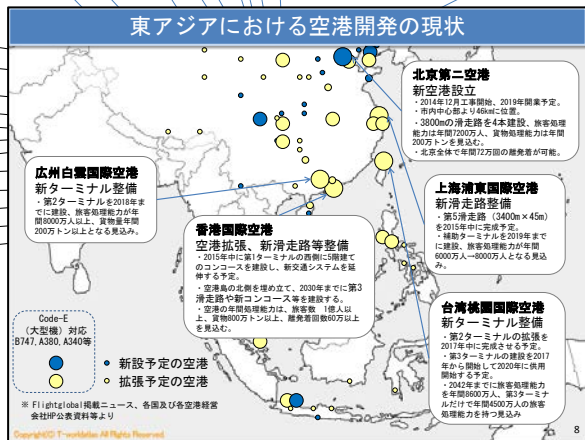


次に、同じ空港間で出発の便数、ある意味、各地域とのネットワークの太さを比較してみますと、海外のアジア太平洋地域につきまして東京は6,220便。これは1カ月あたりの便数をあらわしております。ソウルでは9,200便であるとか、香港は1万2,000便であるとか、上海は大体同じぐらいですけども、6,295便というように、アジア太平洋地域におきましてはそれほど多い便数を有してないということがわかります。ただ、北米につきましては1,800便というのは、他の4空港のおおむね2~3倍の便数になっておりまして、先ほどの就航都市数と合わせまして、首都圏空港は北米路線にやや強いけれども、アジア太平洋地域では中ぐらいのところかというように感じるわけでございませ。



ただ、アジア太平洋地域は、これは民間の予測でございませけれども、今後、世界一の航空輸送量を有する地域になることが予測されております。人数掛けるキロという単位であらわしておりますけれども、2011年におきまして、アジア太平洋地域の航空輸送量は1億3,650人キロでございませ。これはアメリカ、ヨーロッパよりちょっと少ないですけども、同程度の輸送量になってございませますが、2031年には4兆9,000億でございませ、

そのころのアメリカ、ヨーロッパの2倍近くの輸送量になるという予測があります。

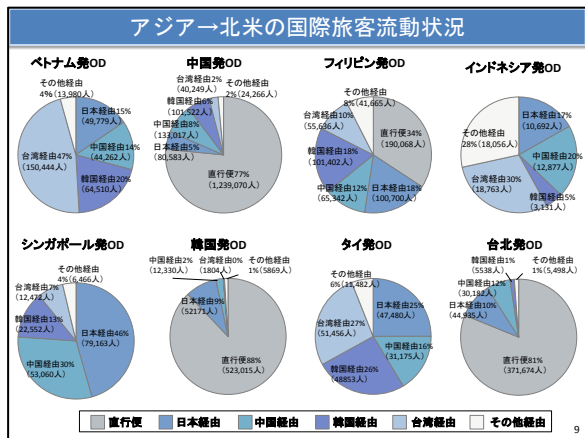


これだけの航空輸送量を支えていくことが見込まれる中で、もう一つ視点を変えて、では、これだけの大きな航空輸送を支えるための空港インフラは、アジア地域でどのようなふうになっていくのだろうかということを見ますと、例えば東アジアにおける空港開発計画というものを地図に少し落としております。

大きな丸は、基本的には大型機対応の空港の計画でございます。で、青い印が新設計画、黄色は既存

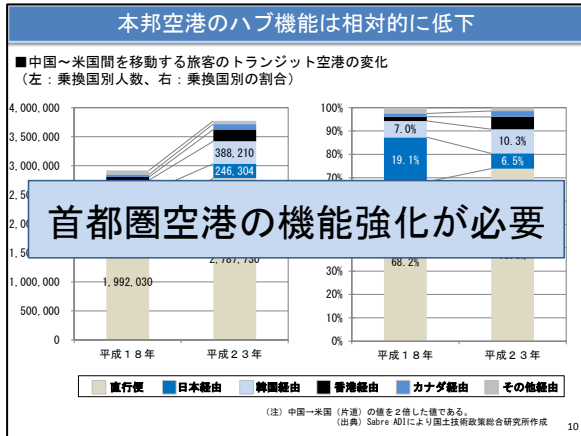
空港の拡張計画をあらわしております。重立った計画でいきますと、北京では滑走路4本を備えた新空港をつくる計画が動いていますし、上海におきましても5本目の滑走路を新設するという計画。台湾におきましても、新ターミナル整備等、その他かなりたくさんの空港開発計画が進んでいるということございまして、今後、東アジア地域におきましては、空港の機能の大幅な向上が見込まれるわけでございます。

そのような中で、先ほど、日本は北米路線について、まだ優位なのではないかというようなご説明をしたわけでございますけれども、果してそうかと、もう一度よく見てみたいと思っております。



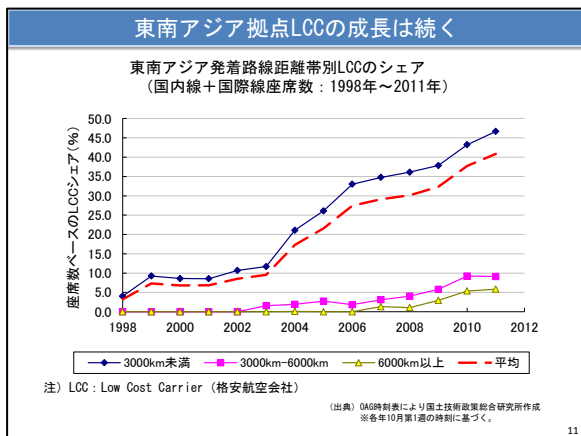
これは、アジアの各国から北米に行く場合にどのような経路を通っていくかを国ごとにあらわしております。中国であるとか、韓国、それから台湾は、このグレーの部分、これが直行便でございます。北米に行くのに直行便が8割あるいは9割近くの国もございまして、ただ、例えばフィリピンなんかを見ますと、約3分の1は直行便ですけれども、それ以外は日本を経由したり、中国、韓国を経由して行く。そういった国もございまして、

それでは、それ以外の国がどこを経由して北米に行くかという視点で見ますと、例えばシンガポールは半分近く47%が日本を経由してございまして、次いで中国あるいは韓国といったところを経由して北米に行く、そういった国。ベトナムになりますと、今度、台湾を経由するのが半分ぐらいございまして、次いで韓国、日本。日本は3番目ぐらいの順位になってございまして、インドネシアを見ますと、台湾が1番、中国が2番、次いで日本。先ほど言ったように、必ずしも北米優位というわけではなく、いろんな状況によりまして、日本以外を経由して北米に行く国も多いことがわかるかと思っております。

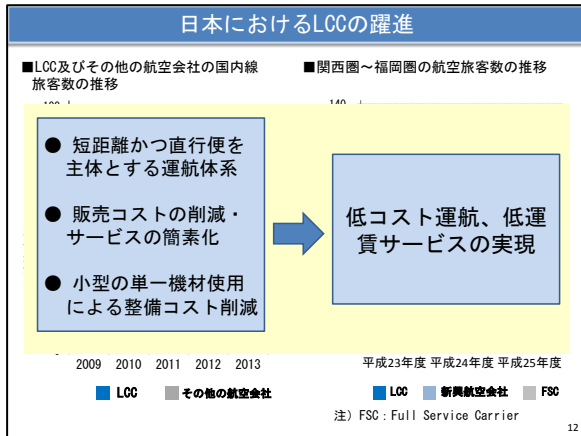


のものの直行便が増えていることと、このグレーと黒は、韓国経由とか香港経由、こういったところがトランジットの機能を拡大していることがわかるかと思えます。

ここまで話してきているのは、航空需要の増大であるとか、あと、国際的な航空市場の動向といったもの、アジアにおける国際競争といったものを踏まえ、やはり日本の首都圏空港の機能強化が必要であるということをごさいます、国土交通省航空局といたしましては、この方向で首都圏空港の機能強化に向けての具体的な取り組みを進めているところでございます。

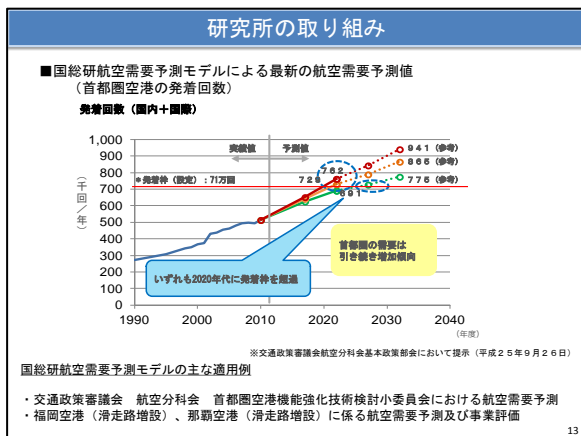


次にお話ししたいのはLCCの話です。LCCというのは、ロー・コスト・キャリア(格安航空会社)というふうに呼んでおります。これに対比する言葉としては、従来の航空会社のことをフル・サービス・キャリア(FSC)と呼んでおります。ここで載せているのは、東アジアにおける距離帯別のLCCのシェアでございます。ブルーの線は、路線距離3,000 km未満のLCCのシェアを年代別にやっております、2011年、一番新しいところで47%ぐらいがLCCのシェアで占められている。で、距離が遠くなる3,000から6,000 kmあるいは6,000 km以上がこの辺にごさいます、10%なり5%程度ということをごさいますけれども、全路線平均しても40%強ということで、この東アジアでは2003年ぐらいからかなり高い伸び率でLCCのシェアが増しております、この勢いですと、まだまだ増えるのかなというような状況にごさいます。



また、日本における LCC はといいますと、本格的な LCC が始まったのは平成 24 年、2012 年でございます。こちらは、全国の国内旅客数に占める LCC の割合だけを示しておりまして、まだ始まったばかりですので、5.7%と少ない数字でございますけれども、実際に LCC が就航した路線、関西圏～福岡圏の航空旅客数だけに限って見ますと、就航した後、平成 25 年度には 54 万人が LCC による旅客数でございます、就航前に比べてかなり大きな、1.6～1.7 倍ぐらいの伸びを占めているということで、就航した路線における航空旅客数はかなり増えているということがわかるかと思えます。

先ほど言った、従前から多少運賃の安い航空会社はあったわけですが、最近、就航した LCC というものの特徴といたしましては、短距離かつ直行便を主体とする運行形態といったものを基本としまして、販売コストの削減であるとか、サービスの簡素化、それから小型単一機材の使用による整備コストの削減によりまして、低コストの運行、それから、これによる低運賃サービスを実現するところが従前との違いであろうと思っております。小型単一機というのは、例えば A320 であるとか、ボーイング 373 であるとか、大体 150 人とか 160 人ぐらいの機材で運行するというものでございます。先ほどの東アジアにおける LCC の増加を見ますと、日本におきましても、この LCC は今後増えてくるだろうと推測しているところでございます。

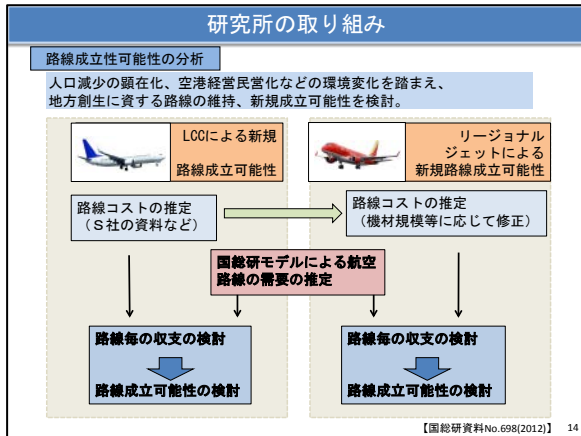


このあたりから研究所の取り組みを述べていきたいと思えます。

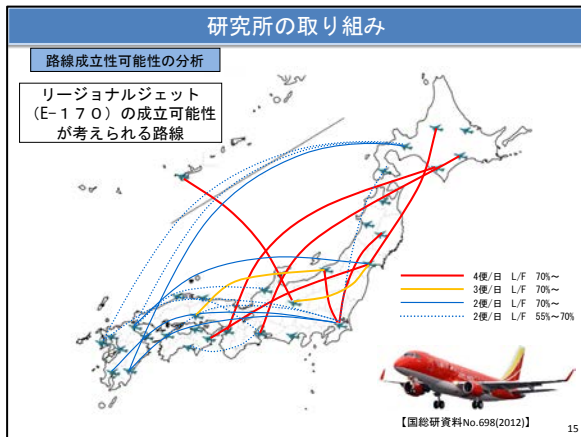
最初に、航空需要の予測はどのようなところで使われているかということを紹介いたしますと、これが首都圏空港の発着回数の予測結果でございます、交通政策審議会のところに提示させていただいたわけでございます。このとき、2020 年代には今の発着枠を超えてしまうだろうという結果でございます、これをもとに首都圏空港の

機能強化の検討が始まっております。

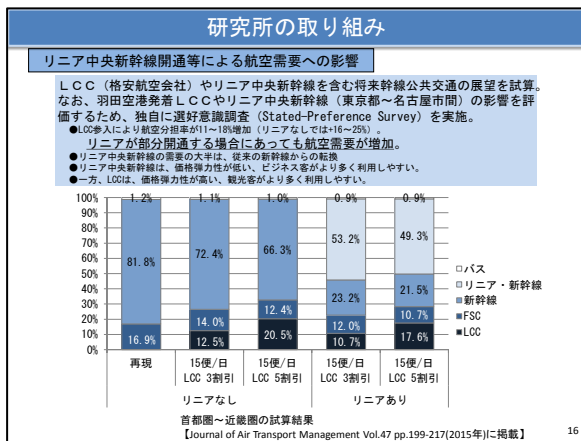
また、そのほか、福岡空港の滑走路の増設事業であるとか、那覇空港の滑走路増設事業に係る需要予測といったものもやってきております。



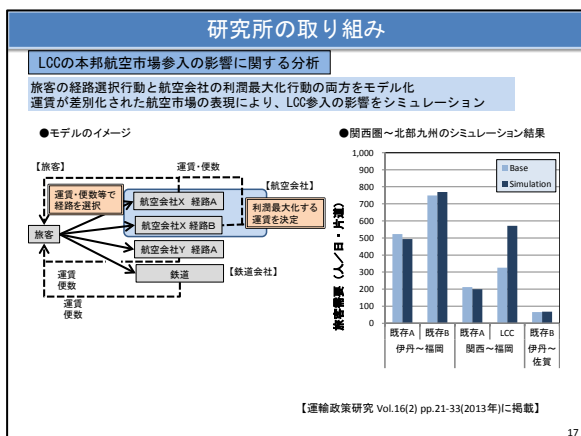
最近の研究動向をご紹介しますと、一つは、LCCあるいはリージョナルジェットとって、LCCよりもさらに小型のジェット機による新規の路線成立の可能性について検討をしております。例えばこれは、具体的には、路線コストを特定のエアラインからの資料をもとに推定いたしまして、路線ごとの収支を検討することによって成立可能性を検討するというのを、LCC及びリージョナルジェットについてやってきております。



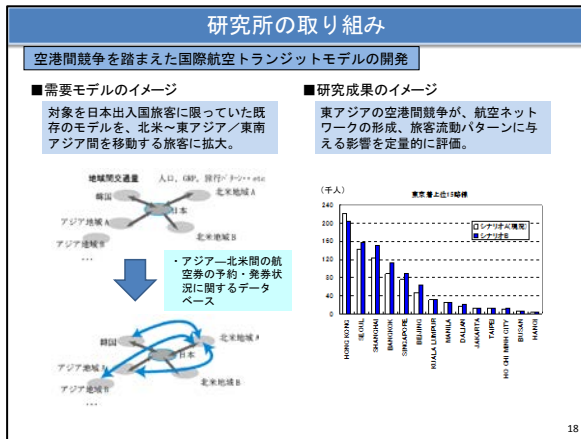
これはリージョナルジェットについての検討結果を図化したものですが、便数ごとに色分けしてございます、2便、3便、4便と。大体実線であらわしておりますところが13便ぐらいありますけれども、ここがおおむね成立可能性があるのではないかと考えているところでございます。



また、ここではLCCとリニア、両方が就航した場合に、どのような予測になるか予測もしております。



これもLCCですけれども、このときは旅客の選択行動のモデル化、あるいは航空会社の利潤を最大化するようなロジックというものを、2つを組み合わせ、既存の航空会社がLCCに置きかわった場合にどういった影響があるかということ予測するようなことをしております。



最後になりますけれども、空港間競争を踏まえた国際航空トランジットモデルの開発、これは最近やっている最中でございます。これは、対象を、今まで日本を発着する旅客流動実績をもとに国際流動を予測しておりますけれども、これを日本だけではなく、アジアと北米といった各国間を流動するデータをもとにモデルを開発し、東アジアの空港間競争がどのような影響を与えるか、分析可能なモデルを開発中でございます。

以上で説明を終わらせていただきたいと思います。ご清聴ありがとうございました。



### 3.10 港湾分野における AIS 活用の可能性と北極海航路航行実態の分析 (港湾研究部長 小泉 哲也)

平成27年度 国総研講演会  
平成27年12月3日(木)

## 港湾分野における AIS活用の可能性と 北極海航路航行実態の分析

港湾研究部  
小泉 哲也

よろしくお願い申し上げます。港湾研究部の小泉でございます。私のほうからは、AIS 及び北極海航路の研究に関して紹介させていただきます。

### 港湾研究部 研究実施方針

**■ 港湾研究部の使命**  
◇ 港湾政策の企画立案、制度整備等を技術的側面から支援  
・ 港湾の将来ビジョン ・ 技術基準体系、事業評価手法

重点分野(計画・物流)	重点分野・戦略(技術基準・維持管理)
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 港湾の計画手法の高度化 → 次期の計画基準に反映</li> <li>② 「海事データセンター」</li> <li>③ AISデータを活用したイノベーション(北極海航路)</li> <li>④ 港湾・産業の国際競争力強化 港湾貨物量予測モデル、 流動モデル開発</li> <li>⑤ 地域の活性化、地方創生 港湾の利用による効果 (ストック効果)、 クルーズ船の需要動向分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ 港湾施設の技術基準改訂・国際展開 ・ 港湾の施設の耐震性能照査法 ・ 信頼性設計法、 ・ 防波堤等の耐津波設計法の体系化 ・ 港湾分野の技術・基準類の国際展開 ・ 港湾工事における施工時安全性向上</li> <li>⑦ 港湾施設の維持管理の推進 ・ 港湾施設のコンクリート構造物補修技術マニュアル ・ 設計・施工・維持のライフサイクルを考慮した技術基準、LCCプログラム向上</li> </ul>

まず、私とも港湾研究部は、横須賀市の久里浜のほうで研究をやっております、主な分野といたしましては、港湾の計画、物流の分野と港湾施設の技術基準、維持管理といったことをやっておりますが、本日は、港湾の計画に関係する AIS データを活用したイノベーションを紹介させていただきます。

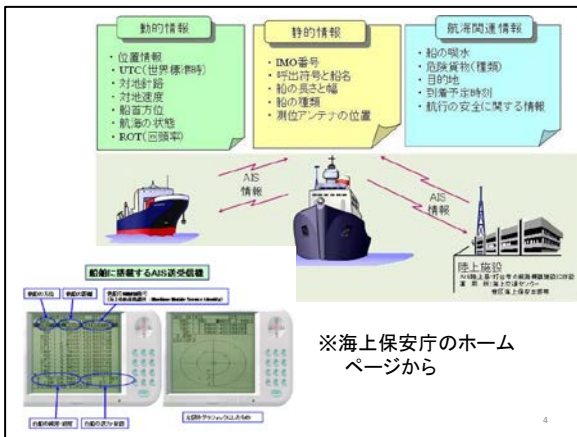
### 1-① 研究の目的

- AIS(船舶自動識別装置)搭載の義務化により、船舶動静の把握が容易になった。
- 港湾研究部港湾計画研究室では、国総研船舶動静解析システム(NILIM-AIS)を開発し、国内主要海域でのAISデータの定常的観測を実施。
- 港湾施設の計画基準(航路、泊地、係留施設等)案の設定に活用。
- JAXA等との共同研究により衛星AISデータを活用し、北極海航路の航行実態を分析

AIS、日本語では「船舶自動識別装置」と言っておりますが、これが義務化されることになりました、それによって船舶のさまざまな情報が取得できるようになりました。これを活用すべく、我々の港湾研究部では国総研の船舶動静解析システムというものを開発いたしました、定常的な観測を行っております。これを港湾の計画基準に生かしたり、共同研究を行っているということでございます。

## 1-② AIS(船舶自動識別装置)とは

- AIS(Automatic Identification System)から発信される主な情報
  1. 静的情報: 船名, 船種, 船体諸元(長さ, 幅)
  2. 動的諸元: 位置(緯度・経度), 対地針路・速度  
船首方向, 航海ステータス(航海, 停泊)
  3. 航海関連情報: 喫水, 積載物, 目的地
- 2008から義務化: 300総トン以上(国際航海船舶), 500総トン以上(非国際), 国際航海の全旅客船



まず、AIS とは何かということですが、わかりやすく例えるならば船のプロブデータだと思っただけであればよろしいかと思います。基準以上の船舶は、必ずこの AIS という装置を搭載しなければいけなくなっております。

このデータとしては、位置情報ですとか、進路ですとか、航海の状態、あるいは船自体の IMO 番号と船の種類、あるいは目的地、こういったものを数秒単位で発信し続けているということになります。船舶でもこういったような機械を搭載しておりまして、そのデータを取得することもできますし、陸上局でそのデータを集めて解析することもできるということになっております。

この AIS につきましては、もともと 9.11 の同時テロ以降、船舶にこのような機械を搭載しようということになって、2008 年から義務化されたものでございます。我々が開発しております、この NILIM-AIS というのは、全国で 10 の基地局をネットワークしまして、このデータを久里浜のほうに集めて解析しているわけでございます。

## 1 - ③ NILIM-AISの開発



どのようなふうなデータがとれるかという一例でございます。東京湾の航跡図の例でございますが、船舶の航跡をこのように図化すると、船舶がどのような海域を航行しているのかといったことがわかるようになってきたということでございます。

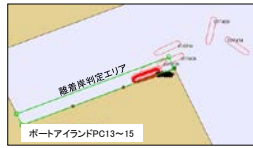
これを研究に使った例をご紹介させていただきます。

## 2-① バース占有率の分析

バース占有率=「占有時間」「占有長」/「バース延長」「対象期間」により算定

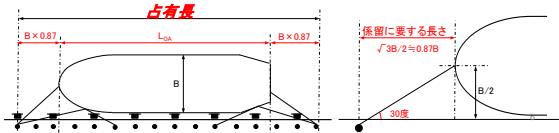
### 【占有時間】

バース前面海域に「離着岸判定エリア」を設定し、エリア内に入船した船舶の対地速度データを用いて判定

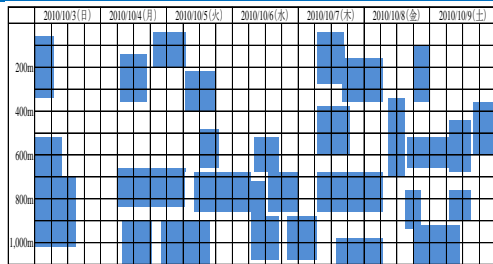


### 【占有長】

着岸船の全長に船首係船索の長さを加えた範囲とした。船首係船索はバース法線方向に対して30度で張るものとした。



## 2-② 「バース・ウィンドウ」のイメージ

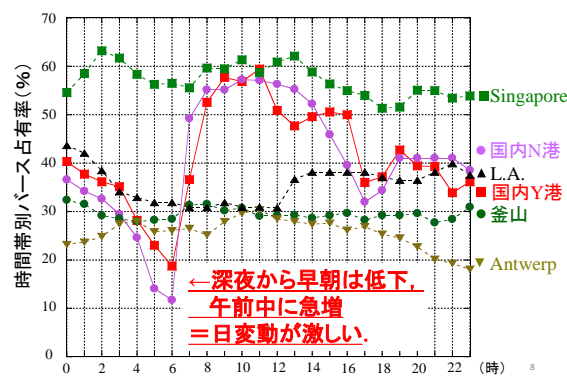


コンテナターミナルのバース・ウィンドウのイメージ

バース・ウィンドウの作成により、各ターミナルの稼働状況が容易に把握可能となる。

もちろん、このようなバース・ウィンドウの管理をしておりますので、データはこれまでもあったわけですが、これをこのように網羅的に、あるいは継続的に取得することができるようになったということでございます。

## 2-③ 比較分析結果(時間帯別バース占有率)



も、ピーク時では遜色ないぐらい、かなり高い占有率になっている。平均しても3割、4割ぐらいになっているということでございます。ほかのロサンゼルス、釜山等から比べても、平均的に見ると、十分日本の港湾は占有率が高いということでございますが、ただ特色としては、我が国の港湾は日変動が大きいということで、深夜とか早朝は低下する。で、午前中に急増するところが我が国の特色だとわかっておりまして、今後、これらを港湾計画に活用したいと考えているところでございます。

1つ目の例でございます。船舶が岸壁に着岸するわけですが、これは神戸港のコンテナ岸壁の例でございます。何バースか連続してバースがあるところに、これは船舶が着岸している様子をAISデータから解析したものでございますが、どのようにこの船舶が岸壁に着岸して占有しているか。これが、港湾の計画をつくり、施設を整備する上で非常に重要になってくるわけございまして、この解析をまず行っております。

これは、それを時間軸であらわしたものでございますが、縦軸は岸壁、連続バースだと思っていただければわかります。この青い部分は船舶が岸壁に着岸している様子です。このときに着岸して、岸壁等で荷役をしていると考えてもらえばよろしいかと思えます。連続バースでどのように船が係船して荷役をしているのか。これを時間的にずっと捉えることができるようになっております。

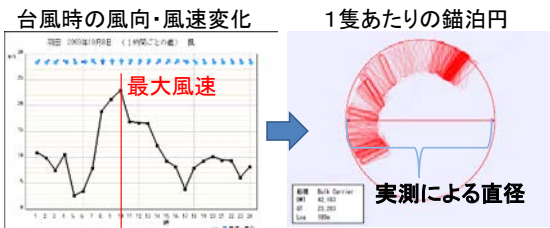
元来、港湾を管理しております港湾管理者が、

この解析した一例を紹介いたします。では、日本の港湾はどのぐらいバースが使われているかということを世界のデータと比較したものでございます。国内の名古屋と横浜の例ですが、これは先ほど申しました私ともが観測したデータございまして、海外のデータはロイズというところから入手したデータでございます。

それを比較してみますと、非常に占有率が高いと言われているシンガポールと比較いたしまして

### 3-① AISデータを活用した荒天時避泊実態分析

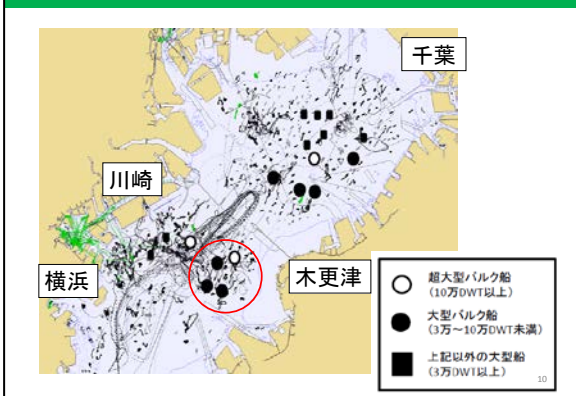
使用データ: 国総研船舶動静解析システム (NILIM-AIS) に  
より取得されたデータ



最大風速時の前後12時間(計24時間)を観測時間とする  
分析対象は6ケース(東京湾:2、大阪湾:1、伊勢湾:1)

時にどのように船舶が避泊したのかというのを AIS データから解析しております。これは、台風が通過した 12 時間に、AIS から、船舶がこの間にどのように避泊したかをあらわしたものでございます。

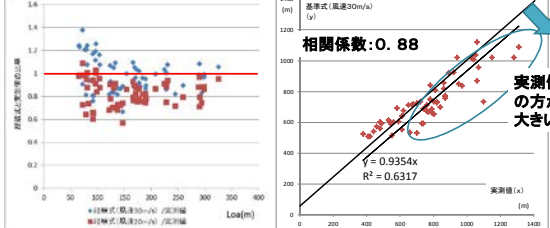
### 3-② 輻輳度等の現状把握(東京湾)



と思います。特に大型船とか超大型船等もありまして、幸い、このときも事故等は起こりませんでしたけれども、万が一にも事故が起こる可能性が非常に高い状況になっておりますので、こういった避泊を効率的に進めるための研究に使いたいと思っております。

### 3-③ 錨泊面積(個別船)に関する分析

分析事例(東京湾)



- ◆ 風速20m/sの式の数値よりも大きな錨泊円が観測された
- ◆ 風速30 m/sの式の数値と全体的に相関が高いが、特に規模の大きな船舶ではより大きな錨泊円が観測された
- ◆ 風速の変動(ガストファクター)への配慮
- ◆ 風速30 m/sの式を今後の基準のベースとするが、一定の「安全率」への配慮が必要

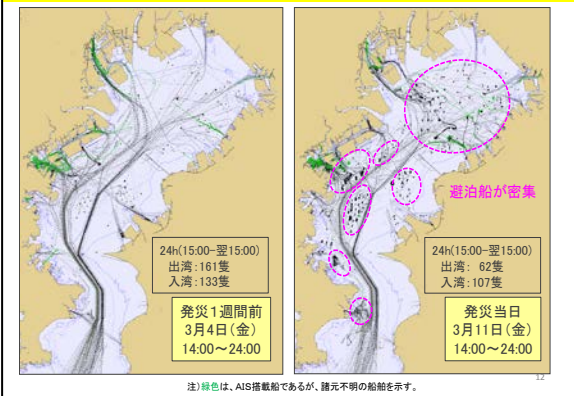
泊に当たっては、この風速 30 メートルの値を使っていくことが必要かなということがわかったところでございます。

次に、AIS データを航路とか泊地の計画に使う例をご紹介しますと思います。我々の港湾の計画策定に当たりまして、港湾は先ほど言ったようなベースだけではなくて、岸壁だけではなくて、航路とか泊地についても計画を策定して、あるいは計画の基準をつくっているわけですが、その際に船舶がどのように避泊しているかということをお調べした例でございます。荒天時というのは、この場合は台風を指しておりますが、台風が通過

この真ん中辺あたりに錨をおろして、それで錨泊している状況でございますが、風向きによって、このように円形で動いているのが非常によくわかっております。この円形の直径をはかることによりまして、避泊面積がどのくらい必要か実測されたわけでございます。例えば東京湾の台風通過のときの輻輳度合いをあらわしております。このように東京湾の台風通過時には避泊する船舶が非常に多く、大変輻輳している状況が見えていただけ

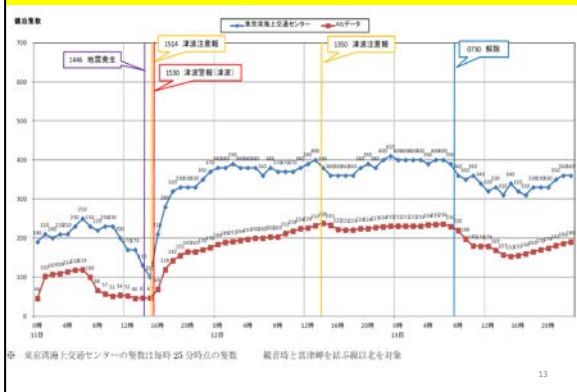
実際にこれまでも荒天時の避泊については経験式がございまして、風速 20 メートルの場合と 30 メートルの場合というふうに条件を分けまして、安全率を見込んで避泊円、錨泊円をあらわす式がございました。それと今回の実測地を比較したところ、青が風速 30 メートルの場合、赤が 20 メートルの場合ですが、余裕が多い 30 メートルのほうがやはり実測がかなり合っているということが、この観測結果からわかりまして、今後、やはり錨

#### 4-① 東京湾の津波来襲時の避難水域規模推計



が離岸して避泊したので、なかなか避泊する場所が見つからなかった。多くの船は、後から来た船は避泊する場所を捜してうろうろしたということが調査でわかっております。

#### 4-② 津波来襲時の錨泊隻数推移の実態

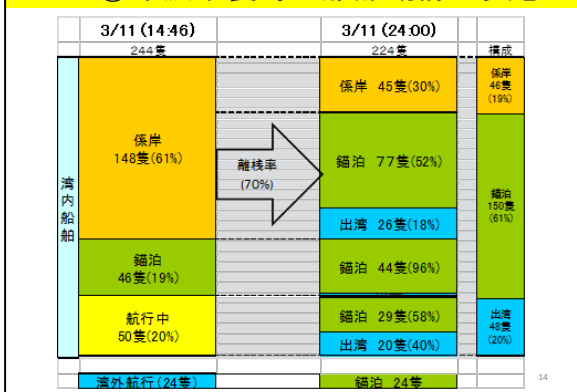


次の活用の事例でございますが、今度は津波来襲の場合の錨泊について研究を行っております。これは通常の東京湾の航行の状態ですが、これは2011年の東北太平洋地震のときに津波が来襲するという津波注意報、警報があり、多くの船舶が避泊いたしました。そのときの状況でございますが、このように係船した船舶が東京湾内で避泊することによって、非常に輻輳しておりますし、このときの状況といたしましては、急に一遍に多くの船

これはそのときの時系列であらわしたものでございますが、赤いほうが我々のAISで観測したデータでございます。地震発生する前までは錨泊数が非常に少なかったわけでございますが、地震後、津波が来襲するという注意報、警報が出ることによりまして、多くの船舶が離岸して避泊に移っていたということがわかっております。

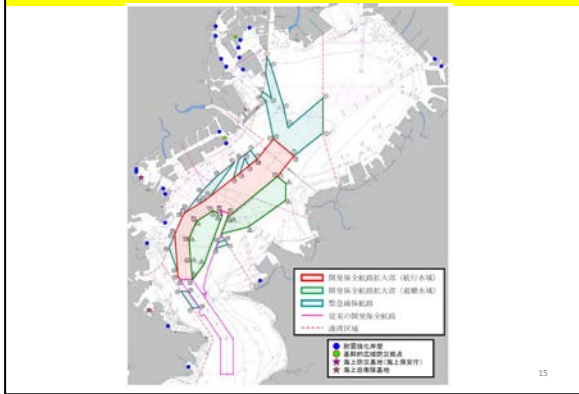
この後、1時間半後ぐらいに第1波の津波が、東京湾口で70cmぐらいの津波が到達しておりますし、その後、またさらに1時間後ぐらいに1m11cmという東京湾で最大の津波が来て、大体4波ぐらい、大きな津波が来たわけでございますが、それを避けるように多くの船が錨泊しておりました。

#### 4-③ 津波来襲時の船舶動静の実態



その数を集計したものがこれでございます。地震が発生した時点で148隻が係船していたわけですが、それが地震後に70%が離散して、77隻が錨泊したということで、非常な輻輳状態が起こったということが観測されております。

#### 4-④ 東京湾での結果



これらのデータをもとに避泊の予測手法を開発いたしまして、それらをもとに東京湾の避泊の水域を確保することを検討いたしました。これは関東地方整備局等と共同で行ったわけですが、もともと東京湾の開発保全航路というのは、白いところを赤く線で囲んでいる、この細い部分だけが開発保全航路であったわけですが、この地震による津波と、それから、今後予想される東南海沖等の大きな地震による津波を想定

して、今後、避泊水域は必要だろうということで、この検討等によりまして開発保全航路、新たにこの赤い部分とか避泊用の水域での開発保全航路として確保することになったわけですが、このように、我々は研究を行政にも生かしているところでございます。

#### 5-① 衛星AISデータの北極海航路航行への利活用に関する考察

次の事例でございますが、今度は国内だけではなく、国際的にもこの AIS データを活用しているという例で、北極海航路の航行実態の把握に我々はこの AIS を活用しております。

北極海航路の航行の写真でございますけれども、大体北極海は夏場には氷は溶解いたしまして、これは我々が観測した航跡図ですけれども、このように北極海を航行する船舶があります。ただ、一部、氷塊も残っているところでは、このように

砕氷船がエスコートして走るようになっております。実際走るのは大体6月から11月の間で、8月、9月が多いわけでございます。我々も当初、この研究を始めたときは、先の話だと思っておったわけですが、昨年、商船三井からこのような発表がされて、今後、2018年にはロシアのヤマル半島というところ、LNGが非常に多くあるところがございますが、そこから日本やヨーロッパに輸送する定期航路を開始するということが発表されて、にわかにこの北極海航路というのが現実味を帯びてきたところでございます。

#### 小樽港に入港する北極圏クルーズ客船 (2014年10月)

その他の我々の調べた例で、もう一つ思い出しますと、北米でも北極海航路が通れるようになりますと、昨年は、北極圏クルーズという客船が北米側を通過して小樽港に寄港した例もあります。このようなことで、今後、北極海の航海が我々の日本にも非常に関係してくると思っております。

### 5-① 衛星AISデータの北極海航路航行への利活用に関する考察

#### 北極海の航行

- ・船舶: アイスクラス/極寒地を対象とした特別仕様
- ・国連海洋法条約: 「氷に覆われた海域では、排他的経済水域の範囲で沿岸国が一定の環境基準を適用できる」



沿岸国ロシア: 事故防止を名目に、ロシアの原子力砕氷船の先導を義務づけ。⇒ 料金徴収

- ・船の構造強化する安全基準「極海コード」策定の動き(IMO)

18

写真のように、ロシアの砕氷船がエスコートしているというようになっております。ただ、ロシアに一方向的にそのように規制されるのも、ということもございまして、IMOという国際機関のほうでも安全基準、極海コードというのを策定して、各国が取り入れるという動きも一方では進んでいるところでございます。

### 5-① 衛星AISデータの北極海航路航行への利活用に関する考察

北極海航路の航行・・・海水中の航行に起因する輸送の安定性や安全性確保への懸念

→ 継続的な航行実態の把握が依然重要

航行実態についての詳細なデータ

→ 北極海航路関係の研究者(海水、造船等)や実務者(船社、荷主等)への有益な情報となりえる

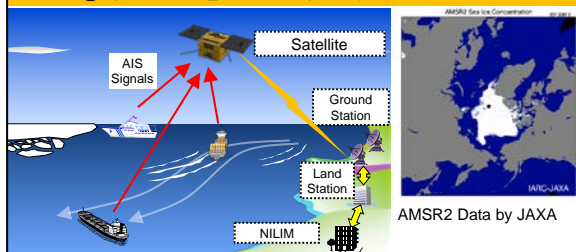


衛星AISから取得された船舶動静データ、海水密度データのデータを用いた航行実態の把握を試みた。

19

当然、これは我々だけでやっているわけではなくて、本省のほうでも省庁の北極海の連絡会議もございまして、国土交通省でも官民の連絡協議会等でも議論はされているところでございます。

### 5-② 衛星AISを用いた船舶動静のモニタリング



#### 衛星AIS

通常船舶ないしは陸上に搭載されたAIS受信機では、半径50km程度の船舶信号しか受信できない。

AIS受信機を衛星に搭載することでより広いエリア(視野半径は約2,000kmに及ぶ)をカバーし、陸上局より広い範囲の信号を受信可能。

ただ、北極海を通るためには、それなりに対策が必要でございます。船舶はアイスクラスという基準が必要になっており、極寒地を対象とした特別仕様になっております。

また、海域についても、国連海洋法条約によって沿岸国が一定の環境基準を適用できるという決まりがございます。これに基づいて、ロシアでは事故防止を名目にロシアの原子力砕氷船の先導を義務づけ、料金を取っております。それで最初の

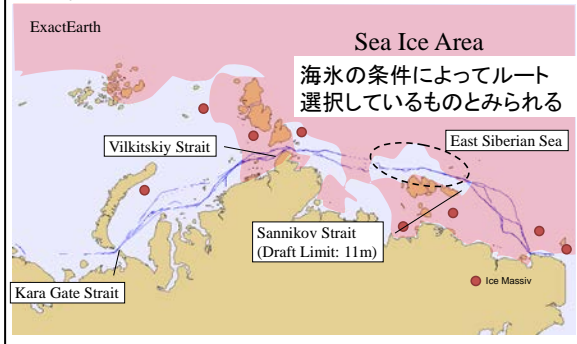
このように、将来、資源の輸送や欧州とアジアとの輸送ということで非常に可能性がある北極海航路でございますが、なかなか課題も多いところでございますので、まずは我々、これらの北極海航路の航行実態というものを船舶の動静データとしてきちんと集めよう。それを海水の密度データと比較して、しっかり航行実態を分析しようということ新たな取り組みとして研究を行っております。

この北極海航路のデータはどのように収集しているかということを紹介いたしますが、この場合は、最初に紹介したような陸上のAISではなくて、衛星AISというものを活用しております。陸上局では50~60km程度の信号しか受信できませんが、人工衛星にAISの受信機を搭載することで、約2,000kmにも及ぶ広い範囲をカバーできて、それを陸上局で受信することによって、この海域全体のデータをとることが可能になっております。こちら

らの人工衛星の活用においてJAXAと共同でやっているところでございます。

### 5-③ 実際の船舶の航跡(2012年7月)

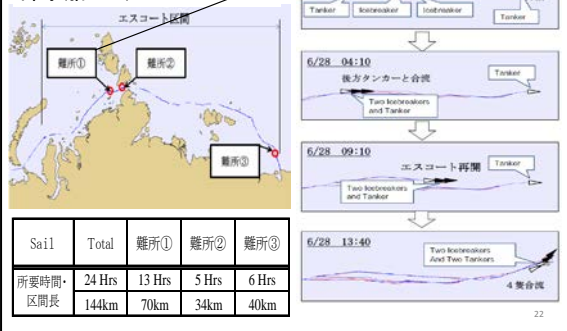
July 2012 (8隻分)



その船舶の航行実態を細かく分析した一例でございます。この青い部分が航跡図で、ピンクの部分が海氷のある部分でございます。これは7月の例ですけれども、海氷の状態によって船舶はいろいろルートを変えているということがわかってきております。

### 5-④ 「難所」での航海実態

4隻の船団(タンカー\*2、砕氷船\*2)



また、先ほど、少しあったように、海氷が残っている部分が難所でございます。そのような部分では特に砕氷船のエスコートが必要になってきておりますが、どのようにエスコートしているかというのも、この研究でわかってきております。

これはその一例でございますが、この場合は2隻のタンカーを2隻の砕氷船がエスコートしているという例で、白がタンカーで、黒がロシアの砕氷船でございます。まず1隻を先にやりまして、その後、一旦、砕氷船が2隻で戻って、後方のタンカーをまたエスコートして最初の地点まで戻りまして、その後、難所を過ぎると、また砕氷船2隻とタンカー2隻、4隻が一体となって進んでいく。このように難所を通過する場合にはさまざまな工夫をして通過していることが、この研究でわかってきているところでございます。

### まとめ

- AISデータを用いたパス・ウィンドウの作成手法を構築し、海外とのパス占有率を比較した結果、ピーク時は世界の中で高い方の水準である。
- 荒天時は危険性を減ずるため、周辺の船舶との距離関係を見つつ経験式以上の長さの鎖を繰り出したり、周辺の船舶と可能な限り距離を保ち錨泊している。
- 津波来襲時の避難水域は平常時に必要な水域ではない。東京湾の水域整備の見直し。
- 衛星AISデータは北極海航路の航行実態モニタリングに対し有益性は高いものと考えられる。

以上、まとめをいたしますと、AISデータ、我々、NILIM-AIS というものを開発いたしました。パス・ウィンドウですとか、その他港湾計画に関係するデータを収集し、今後の計画基準策定のための基礎データにしていきたいという研究を行っているところでございます。

また、台風等の荒天時には、危険を減ずるためにどのように錨泊しているかというのを、これまでの経験式と実態との比較を行いながら、今後の

技術基準に反映していきたいと思っております。

また、津波来襲時につきましては、これまで基準等もございませんでしたので、今回のこの成果を活用して技術基準等に反映させる、あるいは今回は東京湾の水域整備の見直しをしたわけでござい



## 参考文献

- 港湾計画研究室(2012): AISデータを利用した世界主要コンテナターミナルのバースウィンドウ作成による稼働率分析
- 安部智久, 赤倉康寛(2014): AISデータを活用した三大湾域での荒天時各泊実態の分析, 海洋開発シンポジウム
- 安部智久, 野口孝俊, 内藤裕之, 谷本剛, 高橋宏直(2014): 東京湾における津波来襲時での避難水域規模推計に関する研究, 国総研資料第782号
- 谷本剛, 安部智久(2014): AISを活用した北極海航路航行実態に関する詳細分析, 国総研資料第799号
- ABE, M. and TANIMOTO, T. (2014): Utilization of AIS to Port Planning and Policy Making, 33<sup>rd</sup> PIANC WORLD CONGRESS, San Francisco
- 安部智久, 木下真吾, 岸田正也(2015): 衛星AISデータの北極海航路航行への利活用に関する考察

24

すが、今後、その他の伊勢湾や大阪湾等の水域の整備も見直していきたいと思っております。

また、北極海航路につきましては、衛星 AIS データを活用して、今後、さらにモニタリングを進めて、情報を集めると同時に発信していきたいと思っております。

以上で、私の講演を終わらせていただきます。  
ご清聴ありがとうございました。



### 3.11 社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向 (防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤)

**社会資本整備プロセスにおける  
生産性向上の研究動向**

平成27年12月3日

**防災・メンテナンス基盤研究センター長  
鈴木 篤**

防災・メンテナンス基盤研究センター長の鈴木でございます。国総研は、組織的には基本的に道路、河川、そういった社会基盤の各分野を対象とした研究部で構成されております。我々のセンターは、国総研に1つあるセンターでございますが、これら各研究部の横断的な内容を対象として取り扱っているセンターでございます。

本日は、社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向についてお話をさせていただきます。



河川、道路といった社会資本につきましては、その整備プロセス、計画、調査設計、工事、維持管理、こういった事業執行のプロセスとあわせまして、各執行プロセスについて、それぞれまた調達・契約履行のプロセスがございます。社会の情勢や経済状況などの時代の変化に追随しまして、これら両プロセスから見直しが必要とされております。

**社会資本整備プロセスを取り巻く背景・課題**

- ◆頻発・激甚化する自然災害
- ◆老朽化が進行する大量の公共施設
- ◆少子高齢化による労働人口の減少

⇒建設産業が担う役割の増加に対して建設労働人口は減少、将来にわたる社会資本の品質確保と適切な機能維持に黄色信号!!

<b>2025年技能労働者数</b>	<b>確保の目標</b>
・328～350万人(必要数)	・90万人新規入職
・216万人(予測)	・35万人分省人化

※日建連 建設業長期ビジョン(2015.3)

現在の社会資本整備プロセスを取り巻く背景、課題でございますが、ご案内のとおり、頻発・激甚化する自然災害、また老朽化が進行する大量の公共施設、これとあわせまして少子高齢化による労働人口の減少が顕著でございます。

下は、日建連がこの3月に発表いたしました長期ビジョンで示されておりますが、2025年時点で約350万人の技能労働者を必要としている。ところが、今のペースでまいますと、216万人しか確保できないであろう。この不足分につきましては、新規の入職者を求めてまいります。

それでもやはり35万人分については省力化を必要とすることを見込んでおります。2つの大きな課題に対して建設労働人口の減少、機能維持に黄色信号というような状況でございます。

## 本日の話題

将来を担う官民の人材確保とあわせて、社会資本整備プロセスの各フェーズにおいて**省力化・効率化・合理化・高度化**を進め**生産性の向上を図る必要がある。**

建設生産システムのイノベーションによる生産性の向上を図るため、主に以下に関する研究を実施。

1. 建設現場における生産性の向上
  - ① ICTの活用による土工全体の生産性向上
  - ② 現場打ちコンクリート工の効率化
  - ③ CIMの活用
2. 多様な入札契約方式の導入

本日は、将来を担う官と民、両方の人材確保とあわせまして、社会資本整備プロセスの各フェーズにおいて、省力化・効率化・合理化・高度化を進めて生産性の向上を図る観点から、我々が進めております建設システムのイノベーションによる生産性の向上に関するもの、大きく2つ。

## 1. 建設現場における生産性の向上

○ 予想される労働力不足  
 ・ 技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

○ 労働力過剰を背景とした生産性の低減  
 ・ トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工や現場打ちコンクリート工などは、改善の余地。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割)

○ 建設業就業者の年齢構成推移  
 建設業: 約3割(110万人)が55歳以上一産職

○ 建設現場における工種別技能労働者割合  
 「機械土工・舗装関連」及び「現場打ちコンクリート関連」で全体の約40%

国土交通省直轄工事実績による

1つ目は、建設現場における生産性の向上。そのうち3つでございますが、ICTの活用による土工全体の生産性向上、現場打ちコンクリート工の効率化、CIMの実現。また、大きなテーマといたしまして、契約、調達、履行のプロセスの観点から、多様な入札契約方式の導入についてご紹介させていただきます。

予想される労働力不足でございますが、現在、建設業で55歳以上の高齢化の方が110万人おりまして、10年もすると多くの方が離職すると予測されております。一方で、

建設現場における工種別の技能労働者の割合、右の円グラフでございますが、機械土工、現場打ちコンクリート工、これら2種の工種に対しまして約4割の方が従事している。トンネルなどでは、この50年間で自動化とか機械化が進みまして、生産性、最大10倍に向上しておりますが、土工や現場打ちコンクリート工については、まだまだ進んでおらず、改善の余地があります。

## ①ICTの活用による土工全体の生産性向上

【背景】

- 技能労働者の高齢化や若年入職者の減少
- 施工現場の労働生産性の向上が課題
- 省力化のためのICTを活用した要素技術はあまた存在

【要素技術の事例】

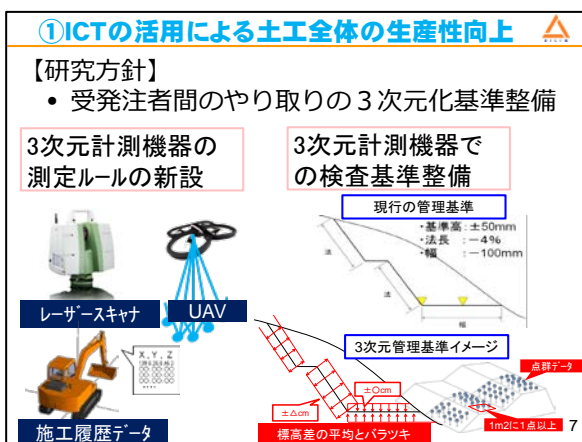
- モータグレーダ  
 排土板の高さ・勾配を3次元設計データどおりに自動制御
- 施工量(日当たり)  
 ・約1.5倍(路盤工)
- 技能労働者人員  
 ・1/3(重機オペ除)

技術の全面活用を阻む隘路が存在

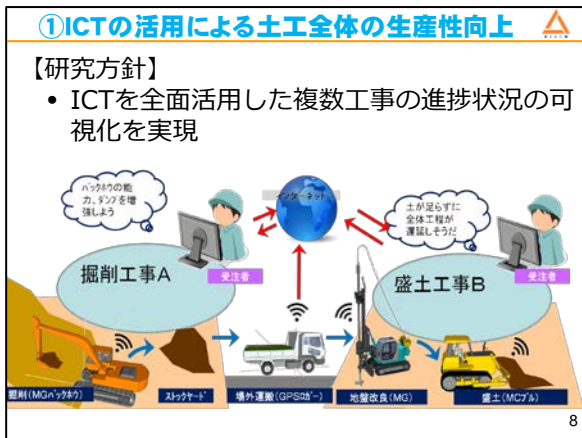
土工につきましては、省力化のためのICTを活用した要素技術は色々と登場してきております。これは、モータグレーダ、排土板の高さ・勾配を3次元設計データどおりに自動制御することで、施工量としては1.5倍、技能労働者としては3分の1に省力化できる。こういった要素技術が出てきておりますが、技術の全面活用を阻む隘路が存在しております。



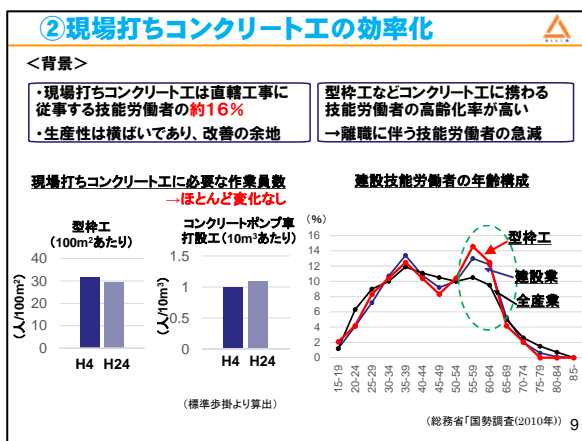
実際に現在やっているのは、下のほうの一連の流れになっております。施工のところでは3次元データを利用した自動化などが進んできておりますが、その前段の測量、設計は2次元データで処理され、それをまた3次元データにつくり直して施工し、検査の段階でまた2次元で検査が行われているということで、3次元データを活用した施工と2次元データによる受注者間のやりとりとが混在している現状でございます、ICTの全面活用、測量から検査に至る全工程の3次元化が望まれるところです。



研究方針といたしましては、先ほどの前段の測量のところでは3次元の計測機器、レーダースキャナとかUAVを活用したデータが使えるような測定ルールの新設、また、検査の段階では現行の管理基準は2次元的にやられておりますが、これを3次元計測機器で検査したものが使える検査基準の整備を目指しております。



また、個別の工事でICTを全面活用して、複数の工事で進捗状況を把握して、土工全体の生産性の向上を図ろうというようなことも研究のテーマと考えております。



続きまして、現場打ちコンクリート工の効率化に関するものです。現場打ちコンクリート工、直轄工事で、技能労働者の約16%が従事しておりまして、特に現場打ちコンクリート工のうち、型枠工に従事している技能労働者の高齢化率が高いような状況です。

### ②現場打ちコンクリート工の効率化

<問題点>  
 プレキャスト技術などは大幅な現場省力化が可能一方で、運搬費などの影響でコスト高となり、採用に至らないことも多い。

省力化効果等の評価指標を加え、総合的に評価するとともに、標準化を進めることで、プレキャスト技術などの導入が進むのではないかと？

<研究内容>  
 ①プレキャスト技術等省力化技術の活用効果の分析、および将来予測  
 ②省力化技術の活用効果の**評価指標**の提案、適用範囲(工種、寸法、現場条件等)の明確化、**標準化**の検討

土木構造物設計ガイドラインや土木工事共通仕様書、監督検査要領等への反映を図り、現場での普及、現場生産性向上に寄与

大断面カルパト

樋門にプレキャスト製品を採用した事例→工期短縮により出水期を避け、合理化を実現

現場打ちコンクリート工に対しまして、プレキャストの導入が考えられるわけですが、プレキャストにつきましては、運搬費などが高いということで採用に至らないことも多いのが現状です。右下の図は、樋門にプレキャスト製品を適用した事例でございますが、プレキャストを導入することによって工期短縮を図って、出水期を避けて合理化が実現され、この例でいきますと、大々的な仮設工を非常に省力化できて、工費が削減できるというような例でございます。

このように省力化効果などの評価指標に加え、総合的に評価して標準化を進めることで、プレキャスト技術などの導入が進むのではないかとということで、研究の内容といたしましては、プレキャストの省力化技術の活用効果の分析、将来予測、これに基づきまして活用効果の評価指標、標準化の検討を進めて、設計ガイドライン等への反映を目指しております。

### ③CIMの活用 (Construction Information Modeling/Management)

「CIM」とは、計画・調査・設計段階から、施工、維持管理の各段階において、事業全体に渡り**関係者間で3次元モデルの情報を共有**することにより、一連の生産システムの効率化・高度化を図るものである。

3次元モデルの連携・段階的構築

【調査・測量・設計】  
 【データ作成・追加】3次元モデル (設計レベル)  
 ・地形データ(3次元)  
 ・詳細設計(属性含む)  
 【効果】  
 ・自動積算  
 ・違算の防止  
 ・工事数量算出の効率化

【施工(着手前)】  
 【データ作成・追加】3次元モデル (施工レベル)  
 ・起工測量結果  
 ・細部の設計(配筋の詳細図、現地取り付け等)  
 【効果】  
 ・設計変更の効率化  
 ・監督・検査の効率化

【施工(完成時)】  
 【データ作成・追加】3次元モデル (施工完了レベル)  
 ・施工情報  
 ・維持管理用機器の設定

【調査・測量・設計】  
 【データ作成・追加】3次元モデル (管理レベル)  
 ・点検・補修履歴  
 ・現地センサー(ICタグ等)との連動

【効果】  
 ・適正な施設更新  
 ・3D管理モデルの活用

【効果】  
 ・追加データ(追加軸(4D))  
 ・現場管理の効率化  
 ・安全の向上

3次元モデル例

続きまして、現場の生産性向上のうち、CIMの活用に関するものでございます。CIMは、Construction Information Modeling/Managementの頭文字をとったものでございます。CIMでは、計画・調査・設計段階から施工、維持管理の各段階において事業全般にわたって3次元モデルの情報を共有して、一連の生産システムの効率化、高度化を図ろうとするものです。

### ③CIMの活用 (建設生産プロセスの観点から)

計画・調査 設計 施工 一完成 維持管理 更新(計画)

情報の流れ

行政情報 (土地利用、環境、地権者、占用物件、文化財、関係自治体、協議内容等)

設計基礎情報 (3次元設計情報、地形・地質等の地理情報) 段階的に詳細情報の付与、変更がなされる

設計情報 (設計条件、構造計算、数量、積算、施工設計等)

施工情報 (施工計画、工程、進捗・出来高、出来形、品質、資機材、環境負荷、計測データ、映像、竣工図等)

維持管理情報 (点検記録、センサーデータ、経年変化、補修記録等)

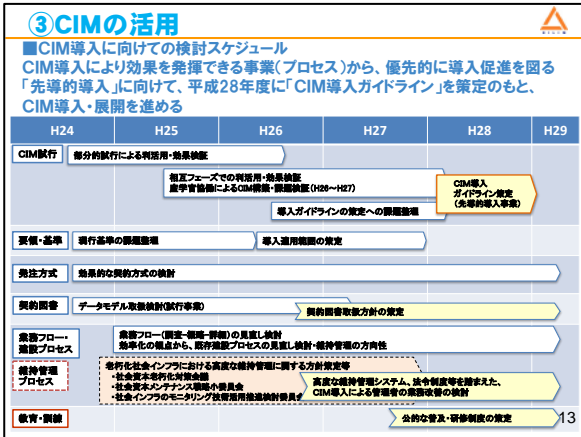
情報の一元管理による有効利用 (必要な情報を、必要な人が、必要な時に、必要な場所で)

ICT(ツール)

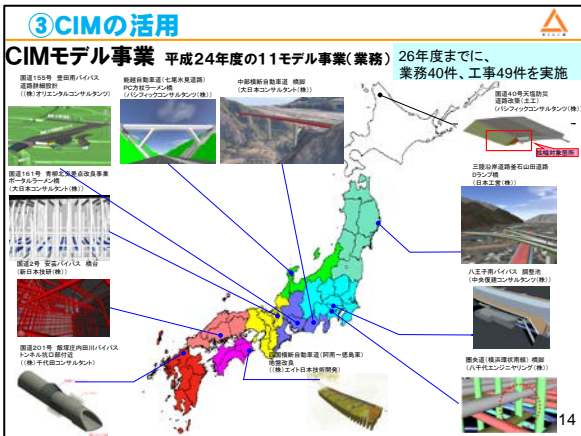
視覚化技術 VR シミュレーション  
 設計支援技術 自動積算 構造計算  
 情報共有 SNS  
 測量技術 3D測量、航空測量等  
 情報化施工技術 MC、MG、TS、統合管理システム等  
 現場管理 技術  
 維持管理システム コンサー、3Dプリンタ等

ICTツールの活用 + 技術力向上(ICTの駆使) + 仕事の改善(基準、制度、意識)  
 → 生産性の向上、行政サービスの向上を達成(改善・効果)

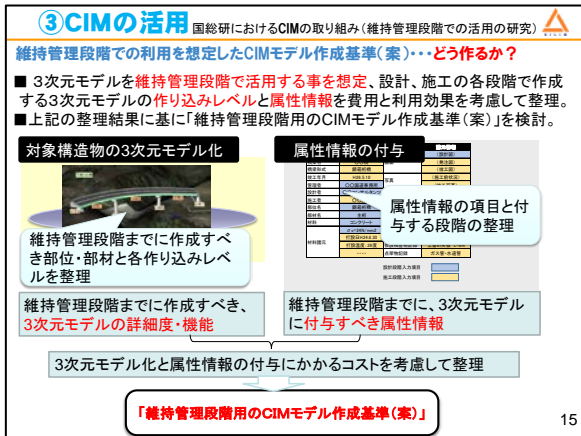
建設生産プロセスの観点から見てまいりますと、計画・調査、設計、施工、維持管理、各段階におきまして、3次元の設計情報をもとに段階的に詳細情報などを付与して、ICTツールを活用いたしまして、生産性の向上、行政サービスの向上を目指して、情報の一元管理による有効利用をしていこうといったようなことでございます。



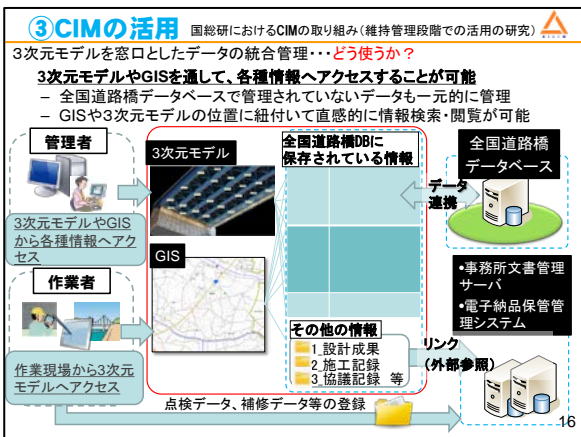
CIMの活用は、平成24年度からCIMの試行が開始されてきておりまして、現在、産学官協働によるCIMの構築、課題の検証を行っているところで、平成28年度に産学官協働でCIM導入のガイドラインの策定を目指しております。



平成24年度からCIMのモデル事業が展開されてきておりまして、26年度、昨年度までに業務で40件、工事で49件のモデル事業が実施されてきております。



国総研では、維持管理段階での活用の研究を進めております。維持管理段階での利用を想定したCIMモデルの作成基準(案)はどうつくるか。これに対して、具体的には維持管理段階で活用することを想定した、その作り込みのレベル。維持管理段階ですと、多少設計とか施工のレベルよりも少し粗いものでも可能ですから、使いやすい観点からの作り込みのレベル。それから、付与する属性情報の項目、付与する段階の整理、これらを効果、費用、両面から考慮して整理をしているところでございます。



また、つくったものをどう使うかというのも研究のテーマでございまして、3次元モデルやGISを通じまして、位置情報に紐づけをさせて、直感的に情報検索・閲覧が可能となるようなものを目指しております。

## 2. 多様な入札契約方式の導入

**品確法の改正 (H26.6.4公布・施行)**

**目的：建設工事の適正な施工及び品質の確保と、その担い手の確保**

- 品確法第14条において、工事の性格や地域の実情等に応じて多様な入札及び契約の方法を選択することが規定された

**『公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン』策定 (平成27年5月)**

- 品確法第18条において、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査及び価格等の交渉により仕様を確定し、予定価格を定めることを可能とする「技術提案の審査及び価格などの交渉による方式」が新たに規定された

**『国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン』策定 (平成27年6月)**

- 国総研では、ガイドラインの原案を作成
- 引き続き、多様な入札契約方式の現場適用（試行）を対象にフォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討を行う

17

もう一つの大きなテーマでございます、多様な入札契約方式の導入についてです。ご案内のとおり、昨年6月に品確法が改正されております。その品確法改正の目的は、建設工事の適正な施工及び品質の確保と、あわせてその担い手の確保でございます。

法の第14条におきまして、工事の性格や地域の実情などに応じて多様な入札及び契約の方法を選択することが規定され、これに基づき、「公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン」が今年の5月に策定され、本省から通達されております。また、法の第18条におきましては、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査、価格などの交渉により仕様を確定し、予定価格を定めることを可能とする「技術提案の審査及び価格などの交渉による方式」が新たに規定されております。これを受けまして、技術提案、交渉方式の運用ガイドラインが27年、今年の6月に策定され、これも本省から通達がされております。両ガイドラインとも、その原案の作成は国総研が当たりまして、引き続き多様な入札契約方式の現場適用、これから試行がされていきますが、これを対象にフォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討を行うこととしております。

## 2. 多様な入札契約方式の導入

**公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン**

■事業・工事の特性や地域の実情等、種々の事項を考慮し契約方式、競争参加者の設定方法、落札者の選定方法、支払い方式の最も適切な組合せを選定する事が重要である

契約方式	競争参加者の設定方法	落札者の選定方法	支払い方式
工事の施工のみを発注する方式 設計・施工一括発注方式 詳細設計付工事発注方式	一般競争入札	価格競争方式	総価契約方式
設計段階から施工者が関与する方式(ECI方式)	指名競争入札	総合評価落札方式	総価契約単価合意方式
維持管理付工事発注方式 包括発注方式 複数年契約方式	随意契約	技術提案・交渉方式	コスト・フィー契約 オープンブック方式
		段階的選抜方式	単価・数量精算契約方式

など

18

「公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン」におきましては、入札契約方式、契約の方式、それから競争参加者の設定方法、落札者の選定方法、支払い方式、これらで色々な組み合わせが想定されますが、事業、工事の特性、地域の実情などを考慮して、最も適切な組み合わせを選定することが重要でありまして、このガイドラインでその考え方が整理されてございます。





今回はこのうちの契約方式、黄色のところ。包括発注方式、複数年の契約方式。それから、落札者の選定方法につ

## 2. 多様な入札契約方式の導入

**包括発注方式、複数年契約方式**

**包括発注方式**  
既存施設の維持管理等において、同一地域内での複数の種類の業務・工事を一つの契約によって発注する方式

**複数年契約方式**  
継続的に実施する業務・工事を複数の年度にわたり一つの契約により発注する方式

	河川	道路
<b>日常時</b> ●河川維持 河川巡視、除草、堤防養生、清淤(塵芥処理、水面清浄)等 ●河川修繕 堤防修繕、構造物修繕等	 ●道路維持 道名巡視、道路清掃、舗装の部分補修、除雪等 ●道路修繕 舗装補修、トンネル補修等	 ●緊急点検 緊急点検、道路啓開、応急復旧等
<b>非常時</b> ●災害応急対応 緊急点検、応急復旧等	 ●緊急点検 緊急点検、道路啓開、応急復旧等	

19

包括発注方式につきましては、既存施設の維持管理などにおきまして同一地域内で河川、道路の維持、修繕、それから災害などの応急対応、こういった複数、違った種類の業務工事を一つにまとめて契約で発注する方式でございます。複数年契約方式、読んで字のごとくでございますが、単年度ではなくて、継続的に実施する業務・工事を複数の年度にわたり一つの契約により発注する方式でございます。



## 2. 多様な入札契約方式の導入

包括発注方式、複数年契約方式

■特徴  
施工の効率化や施工体制の安定的確保を図るための方式

■期待される効果

【包括発注方式】

- ・受発注者双方の事務負担の軽減
- ・巡回、点検業務と、不具合などに対する補修工事の一体的な発注により、緊急的な不具合への対応の迅速化
- ・巡回、点検等に加えて補修工事を包括的に発注することで、補修工事等に関して計画的な対応が可能

【複数年契約方式】

- ・受注者における、長期的な収入予測と、それに基づく計画的な設備投資や人員確保
- ・ノウハウやデータの蓄積による重点的、効率的なパトロールの実施や継続した業務を通じた住民ニーズの適確な把握によるサービス向上

20

ではなくて、長期的、複数年の収入予測が図られるということで、それに基づく計画的な設備投資、人員確保を狙ったものでございます。

## 2. 多様な入札契約方式の導入

国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン

■適用工事の考え方

- ・発注者が最適な仕様を設定できない工事
- ・仕様の前提となる条件の確定が困難な工事

■契約タイプ

①設計・施工一括タイプ  
優先交渉権者と価格等の交渉を行い、設計及び施工の契約を締結

②技術協力・施工タイプ  
優先交渉権者と技術協力業務の契約を締結。別契約の締結に提案内容を反映させながら価格等の交渉を行い、施工の契約を締結

③設計交渉・施工タイプ  
優先交渉権者と設計業務の契約を締結し、設計の過程で価格等の交渉を行い、施工の契約を締結

■適用による効果

- 標準的な施工方法では実施できない工事への対応
- 工事の早期完成・工期の短縮
- 工事的目的物の機能・性能向上等が実現可能に。

厳しい条件下、品質向上・生産性向上を期待した調達方法

21

タイプとしては①②③、設計・施工一括タイプ、技術協力・施工タイプ、設計交渉・施工タイプ、こういったものを想定しております。厳しい条件のもとで品質向上、生産性の向上を期待した調達方法となっております。

## 2. 多様な入札契約方式の導入

技術提案・交渉方式の導入例

■発注機関  
首都高速道路株式会社

■工事名  
高速1号羽田線(東品川橋・鮫洲埋立部)更新工事

■工事内容  
橋梁上部工・下部工、土工部高上げ工、水管橋構造改良工、仮設工等の実施設計及び施工

■工事種別  
土木工事、鋼橋工事、A1M20C10T橋工事

■契約方式/落札者の選定方法  
設計・施工一括発注方式/技術提案・交渉方式

■契約者決定までのスケジュール

工事説明会	公示	受技術提案領書	技術対話	最終提案書受領	決定通知	優先交渉権者	価格交渉	工事契約
H26.12.1	H27.1.27	H27.4.13	4.13~28	H27.5.8	H27.5.22	5.27~6.30	5.27~6.30	H27.8.5

22

技術対話を実施し、優先交渉権者を決定し、価格の交渉を実施し、この8月に工事の契約がされたところであります。

どちらも施工の効率化、施工体制の安定的確保を図るための方式でありまして、包括発注方式につきましては、複数の業務をまとめて発注するという事で、受発注者両方で事務負担の軽減が図られます。特に県とか市町村、少し官の体制が弱いところが大きくくりで発注するというような利点もございます。また、通常の巡回点検業務とあわせて、不具合などの補修工事の一体的な発注によって、緊急的な対応への迅速化も期待されるところであります。複数年契約方式につきましては、主に受注者にとって、単年度

また、技術提案・交渉方式の運用ガイドラインでございますが、こちらは通常の工事の発注によりますと、設計がされておいて、それで仕様が確定し、施工者もそれから選ばれていくというような普通の工事に対して、非常に発注者が最適な仕様を設定できないような工事、また、仕様の前提となる条件の確定が困難な工事、こういったものに対して技術提案を受けてやって、それを評価して、相手の優先交渉権者を定めて、価格などの交渉を行って工事を進めていくというような方式でございます。契約のタイプ

この新たな技術提案・交渉方式の導入例でございますが、こちらは首都高の高速1号羽田線、東品川橋から鮫洲の埋立部の更新工事であります。現地は、橋面が海面に近くて、なかなか点検がしづらい。それから、海水によって非常に腐食が進んでいて、大規模な更新が必要とされております。それを現在の交通数を維持するという事で、非常に施工も困難性を伴いまして、契約の方式としては設計・施工の一括発注方式、落札者の選定方法につきましては、技術提案・交渉方式ということで、技術提案を受けて



## i-construction

### プロセス全体の最適化へ

調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

- ICT技術の全面的な活用
- 規格の標準化
- 施工時期の平準化

ご清聴ありがとうございました。

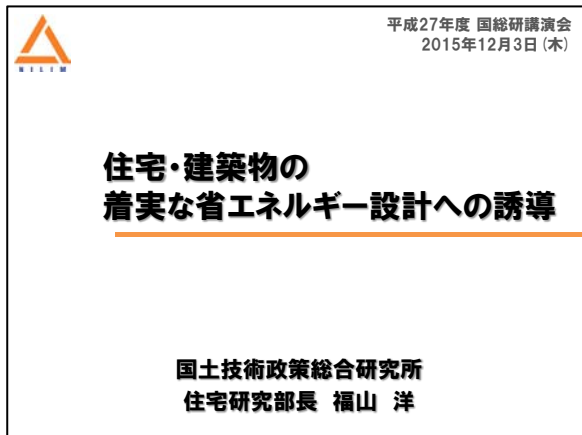
23

以上、生産性の向上についてお話ししてまいりましたが、実は、先週、国交大臣から「i-construction」推進ということが発表されております。「i-construction」におきましては、調査、設計から施工、検査、さらには維持管理更新まで、プロセス全体の最適化を図っていこう。その大きな当面の柱立てといたしましては、ICT技術の全面的な活用、規格の標準化、施工時期の平準化を挙げております。今、お話ししました、特に前半部の現場の生産性の向上につきましましては、まさしくこの「i-construction」に沿った推

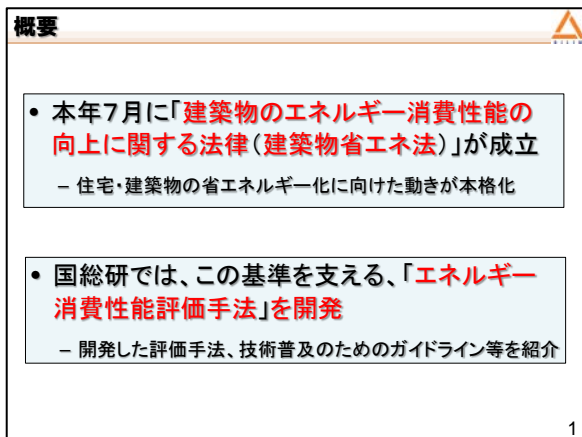
進内容になっております。現場の生産性の向上を図っていく上では、現場で現に有効に使われることが必要であります。そのために、現場の実情、ニーズをよく把握して、こういった研究を進めてまいりたいと考えております。

発表は以上でございます。ご清聴ありがとうございました。

### 3.12 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導 (住宅研究部長 福山 洋)

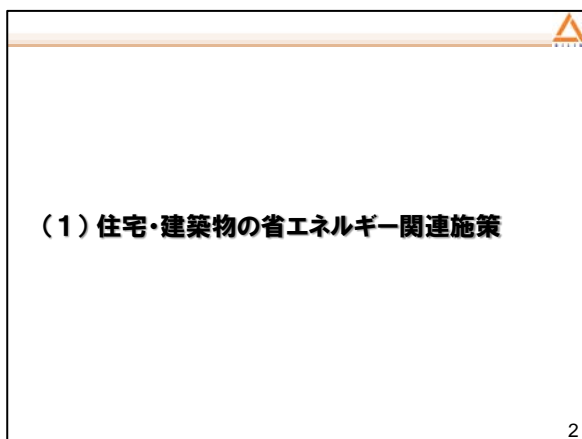


住宅研究部の福山でございます。  
最後の講演になります。ご覧のタイトルでお話をさせていただきます。あと20分ほど、どうぞお付き合いください。

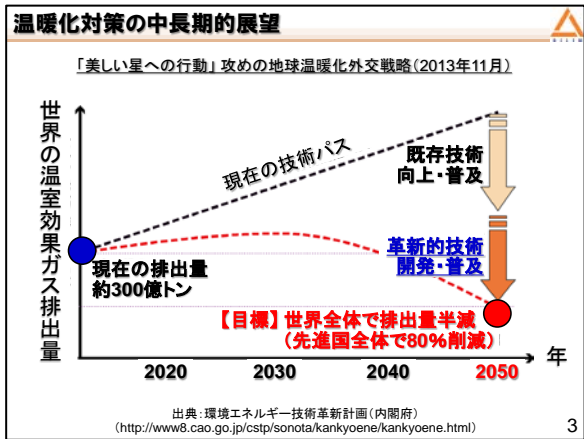


概要でございますが、今年の7月、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」、これを我々は略称で「建築物省エネ法」と呼んでおりますが、これが成立をいたしました。それによりまして、住宅建築物の省エネルギー化に向けた動きがさらに本格化していく状況でございます。

国総研におきましては、この基準を支えるための「エネルギー消費性能評価手法」を開発してまいりました。今日は、この開発をしてきた評価手法、それから普及のためのガイドラインといったものについてご紹介をさせていただきます。



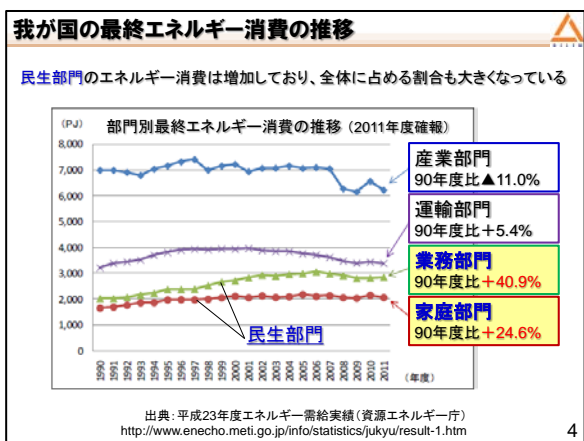
最初に、住宅・建築物に関しての省エネルギー関連の施策等について、ご紹介をいたします。



これは温暖化対策の中長期的展望をあらわすポンチ絵でございます。縦軸が世界の温室効果ガス排出量、横軸が年でございます。現在がこの青いところにありまして、今の状態のまま推移をするとこのように増えていくという予測でございますが、全体的な目標としては、世界全体で排出量を2050年に半減する。さらに、先進国全体で80%に削減させる。これは2009年のラクイラ・サミットのときの首脳宣言でございます。我が国もこの情報を共有し、支持を

している状況でございます。

今、ちょうどCOP21が開催されておりますので、このような全体の目標に対する共有ですとか、それを踏まえて個々にどのような取り組みをされるかということが議論されているところだと思われれます。このような高い目標に向けましては、既存技術の向上・普及は当然として、さらに革新的な技術の開発・普及。また、その評価方法の開発というものが必要になってまいります。



一方、これは我が国のエネルギー消費の推移をあらわす図でございます。1990年から2011年まででございます。産業部門と運輸部門を見てみますと、このあたりから減少傾向にある。大体2000年前後かと思われれますが、そのような傾向が見てとれると思います。一方、住宅が関係する家庭部門、それからオフィスなどが関係する業務部門、これについては、上昇してきて、このところ、少しとまって、やや減っているかなという感じではありますが、90年比

で見ますと、それぞれ約41%増、25%増ということでございます。

### 住宅・建築物の省エネ化に関する国交省の施策

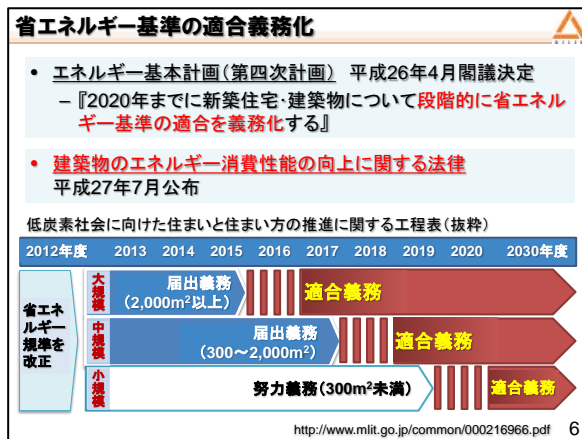
分類	1970~	1980~	1990~	2000~	2010~
① 省エネ法に基づく規制		1979年 省エネ法(努力義務)	1980年 省エネ基準	2003年 (届出義務)	2006年~ (届出義務の拡大)
			1992年 住宅(強化)	1993年 非住宅(強化)	2009年~ (住宅トップランナー制度)
② 省エネ性能の表示・情報提供			1999年 省エネ基準(強化)	2013年 省エネ基準(一次エネルギー消費量基準)	
				2000年 品確法・住宅性能表示制度	2001年 建築物環境性能評価システム(CASBEE)
③ インセンティブの付与				2007年 プラット35S(住宅ローン金利優遇)	2008年 住宅・建築物省CO2先導事業
				2008年 省エネ改修推進事業	2010年 住宅エコポイント
				2012年 住宅ゼロ・エネルギー化推進事業	2014年 長期優良リフォーム推進事業
				2008年 省エネリフォーム促進税制	2009年 長期優良住宅認定制度(住宅ローン減税、固定資産税引下げ等)

ここに対して、これまで国土交通省が展開してきた色々な施策を一つに描いた図でございます。大きくは規制、それから情報提供、インセンティブの付与ということでございますが、幾つかピックアップしてご紹介をしたいと思います。

オイルショックの後に、79年に省エネ法ができて努力義務となった。これに基づく告示ができて、初めて省エネの目標値ができたのが80年です。それが順次強化をされてきて、2000年になって、2003年には

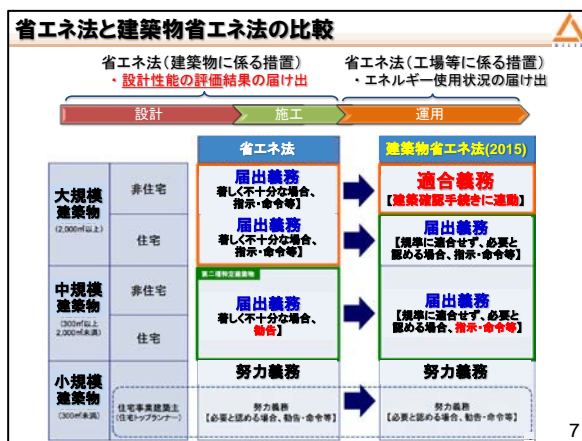
は努力義務だったものが届け出義務、必ず計算をして届けなければいけないということになりました。

た。それがさらに、2,000 平米以上だったものが、だんだん届け出義務が拡大をされて、現在は 300 平米以上ということになっています。また、2013 年には省エネ基準の改正があって、共通の評価軸として一次エネルギー消費量であらわしましょうということになりました。これは、一言でいうと、発電所が使う化石燃料によるエネルギー、そういった評価軸というふうに考えられます。



それから、情報提供のところもいろいろありますが、例えば 2014 年に省エネルギー性能表示制度ができて、省エネ性能を星の数であらわすというような制度でございます。

また、インセンティブとしては、住宅ローンの金利優遇制度ですとか、エコポイントというのも記憶にあると思いますが、それから、補助制度、住宅ローン減税といった、いろいろな施策を出しているところでございます。



それで、さらに昨年の 4 月、エネルギー基本計画が決定されたわけですが、ここで 2020 年までに新築住宅・建築物について段階的に省エネルギー基準の適合を義務化する。適合を義務化です。最初は努力義務、それから提出の義務だったものが、基準への適合義務となったということです。そして、今年の 7 月に建築物省エネ法が公布されました。これで、今後、建築物の規模によって、大規模のものはここから 2 年以内ということですから、平成 29 年の 7 月ま

で適合義務化をしていく。順次、中規模、小規模というふうに適合義務化をしていくという方針でございます。



このようなことを踏まえて、国総研がどのような研究開発をおこなったかというご説明に移りたいと思います。

**国総研の研究テーマ**

① 省エネルギー基準適合義務化を支援するための各種技術開発

- 建築研究所と連携し、建築物の**エネルギー消費量**及び**外皮性能**に関する**評価プログラムを開発・提供**
- **ガイドライン**(省エネ設計のための手引書)等の**提供**による中小事業者への支援(省エネ改修にも配慮)

② ピーク時の電力消費量低減手法の開発

- ピーク電力の低減に資する各種技術(未利用熱利用、蓄熱、蓄電等)について**評価手法を確立、設計ガイドラインを提供**  
【ピーク電力の削減は、エネルギー供給の合理化につながる】

9

大きく 2 つのテーマについて検討しております。一つは、今、省エネルギー基準適合義務化を支援するための各種の技術開発。もう一つは、ピーク時の電力を減らすための手法の開発というものです。

1 つ目で行っているのは、建築物のエネルギーの消費量ですとか、外皮性能という建物の外側の断熱性能ですとか、熱の行き来のしやすさといいますか、そういったものを評価するプログラムをつかって提供しているということ。もう一つは、その省エネ


設計の手引書としてのガイドラインの提供です。

2 つ目に関しましては、ピークの電力低減に関してはいろんな技術、提案されているものがございます。それについての評価手法を確立し、設計ガイドラインを提供する。このような目標で活動しています。

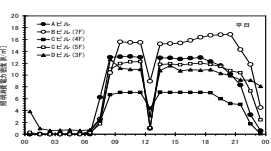
それで、省エネルギーは、四季を通していかにエネルギーを減らしていくかということなので、いわば、年単位でのエネルギー消費量をどう評価するかという物差しづくりのようなことをやっています。一方、ピークは、刻々と変わるエネルギーを評価する必要がありますので、時刻単位でエネルギー消費量を評価する物差しづくりをしている。このような言い方ができるかと思います。

**エネルギー消費量の評価方法の開発**

- 様々な技術を横並びで評価をするため、**高い信頼性と公平性**が求められる
- **実証実験、実態調査**を行い、**実態値としての省エネ効果を算出する手法を開発**



住宅に設置されるエアコン等の運転効率の実態値分析のための**実証実験**



非住宅建築物の室の**使われ方**(空調時間、照明や機器の発熱量の変動等)に関する**実態調査**

10

エネルギー消費量評価手法を開発していくに当たりましては、いろんな技術を横並びで見えていく必要があります。そのためには高い信頼性と公平性が求められます。そのために、多くの実証実験や実態調査を行って、実態値としての省エネ効果を算出するという手法の開発を行ってまいりました。

例えば左側の写真ですが、これは住宅に設置されるエアコンを初めとするいろいろな機器の運転効率を調査しようということで、例えばある 4 人家族を

想定し、1 日の活動をプログラムし、そのとおりにこのような機器がオン、オフをする、そのような自動制御をし、どれぐらいエネルギーを消費しているかということを実験で調べたものでございます。そのようなリアリティのあるデータの取得に努めました。

一方、こちらは非住宅で、事務所で、これは照明ですけれども、部屋の使われ方を時間単位で、これは照明器具の発熱量の変動をあらわしていますが、そういったデータをとっています。29 の建物でセンサーを設置し、これをもとに標準的な部屋の使用方法を規定するというようなことを行っています。



### 外皮性能

断熱      日射取得      日射遮蔽

14

さらに、真ん中は外皮性能と呼んでいますが、断熱によって暖房のエネルギーを減らしたり、一方、こちらは日射を遮蔽することで冷房のエネルギーを減らすというような、このようなことも考慮するようになっていきます。

ここをもう少しご説明いたします。断熱、建物の外側の部分からどれほど熱が逃げやすいか、逃げにくいのか。それから日射を取り入れること、もしくは遮蔽することなどを反映させるわけです。

### 外皮性能の「暖冷房エネルギー消費量」への反映

住宅プラン: 自立循環型住宅プラン  
外気温度0°C、室内温度20°C、日射量500W/m<sup>2</sup>で試算  
Q値: 2.7(次世代省エネ基準相当)

住宅の熱バランスを「外皮性能」を考慮して求め  
暖冷房エネルギー消費量へ反映

15

これは一つの例ですが、外気温が0度の冬です。冬に暖房し、室内温度を20度と例えば設定したとします。そのとき、日射によりどれほど熱が流入をするか、また、建物の中で人体や家電からどれほど熱が発生をしていくか。さらに、換気によっても熱が逃げますし、壁などからも逃げていく。これらを評価し、その熱のバランスを考慮することで、どれほどの暖房の負荷が必要かということを考慮する。これもプログラムで提供されているものでございます。

### エネルギー消費量算定プログラムの根拠資料

- エネルギー消費量の具体的な算定方法(数式)及びその根拠は、技術解説書として公開

16

このエネルギー消費量の具体的な算定方法や数式がありますが、この根拠については技術解説書として公開をされています。住宅版と非住宅版。これは600ページとか1,000ページという非常に大部なものですけれども、全て透明化を図ることを基本に行っています。

### エネルギー消費量算定プログラムのマニュアル

[http://www.niim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn\\_niim.htm](http://www.niim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn_niim.htm)

国総研資料701、702  
低炭素建築物認定基準のプログラム解説

国総研資料761~765  
省エネルギー基準のプログラム解説


17

それから、プログラムの使い方につきましては、マニュアルについて国総研、建研と一緒に資料で提供させていただいているところです。これも住宅版、非住宅版ですとか、その簡易版とか、外皮性能版、このようにいろんな種類が出されています。



### 省エネ設計を支援するためのガイドラインの整備

- 省エネ設計の大きな考え方や注意点等を整理
  - 省エネのために何をすればよいかを直接的に伝える



温暖地版 (2005年)      蒸暑地版 (2010年)      準寒冷地版 (2012年)

- これらの基本的な考え方は、日本の提案に基づきISO化されている
  - ISO 13153:2012 Framework of the design process for energy-saving single-family residential and small commercial buildings

18

さらに省エネ設計を支援していくために、直接、設計者の方に考え方や留意点をお伝えするために、このようなガイドラインも用意しています。温暖地版、蒸暑地版、準寒冷地版というように、地域によって省エネ性能ですとか対策は随分変わりますので、それぞれで用意をしている。このような考え方自体も日本の提案に基づいてISO化が既にされているところなんです。

### 既存住宅の改修を支援するためのガイドライン

- 具体的な改修手法提案時に辞書・カタログ的に使用
  - 特定のゾーン改修(例えば風呂廻りの改修など)から辿れるように整理



戸建て実験住宅にて、実際に改修工事を実施し、改修工事の具体的な方法やポイントを整理。

改修工事の様子(例)



壁上端の気流止め      天井断熱      床断熱

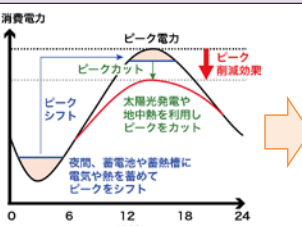
19

それから、これから既存住宅についても省エネのための改修が必要になってくると思われませんが、そのためのガイドラインを用意しています。これも実際に戸建て実験住宅で改修をしてみて、そこでの体験から考えるべきポイントなどを整理しているものです。例えば壁の上をとめて気流をとめたり、天井の断熱であったり、床の断熱というようなものが例示されています。

### ピーク時の電力消費量低減技術の評価手法の開発

各種ピーク電力対策技術の評価手法の開発

- 省エネ基準のエネルギー消費量算定プログラム開発のための研究成果を活用
  - 時々刻々のエネルギー消費量を算出するように拡張
  - ピーク電力対策技術の定量的な評価が可能に



消費電力

ピーク電力

ピークカット

ピーク削減効果

太陽光発電や地中熱を利用しピークをカット

夜間、蓄電池や蓄熱槽に電気を蓄めてピークをシフト

時刻

プログラムによる算定結果イメージ

20

各種ピーク電力対策技術の設計法に関するガイドライン作成

- 各技術の特徴を整理
- 具体的な設計手順と留意点
- ピーク削減効果(ケーススタディによる分析)

それから、2つ目の課題ですが、ピーク時の電力消費量低減技術の評価手法。これは、各種のピーク電力対策技術がありますので、その評価手法なのですが、まずこの絵でご説明します。

### ピーク時の電力消費量低減技術

- 各種ピーク電力対策技術について、評価手法の確立や設計ガイドラインの策定等を実施

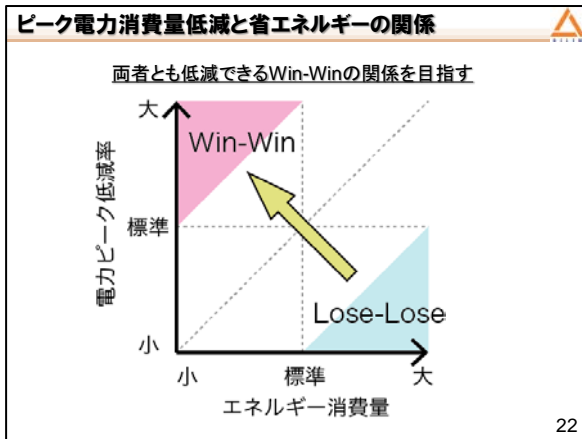


潜熱蓄熱材      ヒートポンプ      太陽光発電      蓄電池

保水性建材      地中熱利用      蓄熱槽

21

<http://www.gechpaj.org/introduction/index1.htm>  
<http://www.hptcj.or.jp/corporate/tabid/177/Default.aspx>



これは横軸が時刻で、縦軸が消費電力。で、一日当たり、この黒い線のように消費電力は推移していくわけですが、例えば夜間に蓄電池、蓄熱槽に電気や熱をためておいて、それを多いときに使うというピークシフトとか、多い時間は太陽光発電や地中熱を積極的に利用して、電力利用をカットするというピークカット、これらによって削減していくこととなります。ここでは、時々刻々で評価をする必要がありますので、年単位で見る省エネ性能のプログラムの考え方を拡張し、時間単位でできるようにして、それによってピーク電力の定量的な評価ができるようになったということでございます。

最終的にガイドラインの作成を目指しています。ここではそれぞれの技術の特徴と設計の手順、留意点、それから、できるだけ多くのケーススタディを行って、どれぐらい効果があるかというのを目に見える形でお示しをしたいと思います。

具体的な技術としては、いろいろなものが提案されています。例えば潜熱蓄熱材とありますが、例えば壁に入れて、これは液体と固体の相変化をするときに熱を吸収するというような、その性能を使おうというものですとか、地中熱、地下深くの安定した熱をうまく利用して暖房や冷房の負荷を減らすとか、それから太陽光発電、蓄電池というような、このようなものを扱っています。

目標は、電力のピークを減らすということですが、それとともに、全体としてもエネルギー消費量を減らすという、このあたりを目指したいと考えています。

**まとめと今後の展望**

- ・ **建築物省エネ法が成立し、建築物の省エネ化がますます加速（民間の技術開発も加速）**
  - 国総研は、**技術的なバックアップ**を行う
  - 世の中の動きに合わせ、**評価ツールの拡張・改良をスピード感をもって**行っていく
- ・ **普及（設計者および国民の理解）へ向けて**
  - **講習会を行い設計技術力の向上を図る**
  - 国民目線で省エネの**必要性**や**今後の方向性**を説明

↓

**「我慢の省エネ」ではなく、  
「生活の質の向上と省エネの両立」を目指す**

23

まとめでございます。今後、さらに建築物の省エネ化が加速をして、民間においてもいろんな技術開発が行われると思われれます。国総研におきましては、技術的なバックアップとしまして、こういった世の中の動きに合わせて評価ツールの拡張・改良についてスピード感を持って行っていきたいと思っております。さらに、普及として、設計者の皆さんに技術力の向上を図っていただくための講習会ですとか、それから、できるだけ国民の皆さんの目線でわかり

やすく必要性ですとか今後の方向性をお伝えしていきたいと思っております。

日本の国民の皆さんは、省エネというと、東日本大震災も経験されているものですから、我慢という言葉と結びつくのですね。それは大変重要な、また立派な日本人の特質だとも思いますが、これは、最初にお話ししたような大きな目標に向かっているということもありまして、できるだけ質は落とさずに、生活の質は落とすどころか、それも新しい技術で向上させつつ、省エネも実

現する、このようなところを目指しています。私たちはこのような方向性でもって検討を進めているところでございます。引き続き、皆様方からもご協力とご支援をいただきたい。よろしくお願ひしたいと思ひます。

以上でございます。どうもご清聴ありがとうございました。



## 第4章 閉会の挨拶

副所長 春日井 康夫



#### 第4章 閉会の挨拶（副所長 春日井 康夫）

副所長の春日井でございます。

本日は、朝の10時半から5時まで、非常に長い時間にわたりましてご聴講いただきまして、まことにありがとうございました。全体で500名を超える方々の聴講をいただきました。最後までご熱心にここに来ていただきまして、まことにありがとうございます。

本日は3つのセッションに分かれて、各部長を中心とする方々から発表いただきました。

最初は防災・減災、次に維持管理、最後はイノベーションを中心とするさまざまな新しい動きということで、防災・減災、皆様、ご承知のように、東日本大震災や今後、発生が予想されます首都圏の直下型地震や南海トラフの大地震。

さらには、維持管理に関しましても、施設の老朽化が今後ますます激しくなる、これを適切に維持管理していく必要があるわけでございます。

また、イノベーションに関しましては、ICTを初めとするさまざまな新しい技術、自動運転も始まりますし、人工知能など、いろんな社会・経済情勢が変化してまいります。

国土交通省や我々の研究所、国総研におきましては、これらの技術を的確に社会に反映し、効率的な社会を実現していく責務があると思っております。また、今後とも我々の研究所、さらには国土交通省のご支援をよろしくお願い申し上げまして、本日の最後の挨拶とさせていただきます。ありがとうございました。





## 参考

- ・ ポスター
- ・ リーフレット



平成27年度 国土交通省

土木学会認定  
CPDプログラム

# 国総研講演会

平成27年 **12月3日(木)**  
**10:30**開演 (10:00開場)  
日本消防会館(ニッショーホール)  
(東京都港区虎ノ門2-9-16)

入場無料  
定員700名  
(申込み先着順)

## プログラム

### ●特別講演(13:35~14:35)

『社会・経済イノベーションを導く国土技術政策』

筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授 石田 東生



### ●一般講演(10:35~16:55)

#### ●セッション:「防災・減災」

洪水危険度見える化プロジェクト

「つぶやき」情報で土砂災害から命を救う

沿岸都市部を津波・高潮から守る

地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ

河川研究部長 鳥居 謙一

土砂災害研究部長 渡 正昭

沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武

建築研究部建築新技術統括研究官 奥田 泰雄

#### ●セッション:「維持管理」

地球12周! 見えない下水道を護る

道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために

下水道研究部長 鈴木 穰

道路構造物研究部長 真下 英人

#### ●セッション:「イノベーション」 ~地方創生、賢く使う、生産性向上、仕事の進め方~

ETC2.0データを用いた道路交通の見える化

地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究

航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向

港湾分野におけるAIS活用の可能性と北極海航路航行実態の分析

社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向

住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導

道路交通研究部長 伊藤 正秀

都市研究部長 佐藤 研一

空港研究部長 谷川 勇二

港湾研究部長 小泉 哲也

防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤

住宅研究部長 福山 洋

N I L I M

## お申し込み・お問い合わせ

国総研ホームページよりお申し込みください <http://www.nilim.go.jp/>

お問い合わせは 国土技術政策総合研究所 企画部企画課 まで

TEL: 029-864-7619 E-mail: kouenkai2015@nilim.go.jp



## プログラム

10:30~10:35 開会の挨拶 所長 木谷 信之

### 一般講演

#### セッション：「防災・減災」

- 10:35~10:55 洪水危険度見える化プロジェクト  
河川研究部長 鳥居 謙一
- 10:55~11:15 「つぶやき」情報で土砂災害から命を救う  
土砂災害研究部長 渡 正昭
- 11:15~11:35 沿岸都市部を津波・高潮から守る  
沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武
- 11:35~11:55 地震で倒壊しない建築物から  
地震後も使える建築物へ  
建築研究部建築新技術統括研究官 奥田 泰雄

#### セッション：「維持管理」

- 11:55~12:15 地球12周! 見えない下水道を護る  
下水道研究部長 鈴木 穰
- 12:15~12:35 道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために  
道路構造物研究部長 真下 英人

### 特別講演

13:35~14:35 『社会・経済イノベーションを導く  
国土技術政策』  
筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授 石田 東生

#### セッション：「イノベーション」～地方創生、賢く使う、生産性向上、仕事の進め方～

- 14:35~14:55 ETC2.0データを用いた道路交通の見える化  
道路交通研究部長 伊藤 正秀
- 14:55~15:15 地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究  
都市研究部長 佐藤 研一
- 15:15~15:35 航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向  
空港研究部長 谷川 勇二
- 15:55~16:15 港湾分野におけるAIS活用の可能性と  
北極海航路航行実態の分析  
港湾研究部長 小泉 哲也
- 16:15~16:35 社会資本整備プロセスにおける  
生産性向上の研究動向  
防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤
- 16:35~16:55 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導  
住宅研究部長 福山 洋

16:55~17:00 閉会の挨拶 副所長 春日井 康夫

## お申し込み

参加をご希望の方は、国土技術政策総合研究所ホームページよりお申し込みください。

<http://www.nilim.go.jp/>

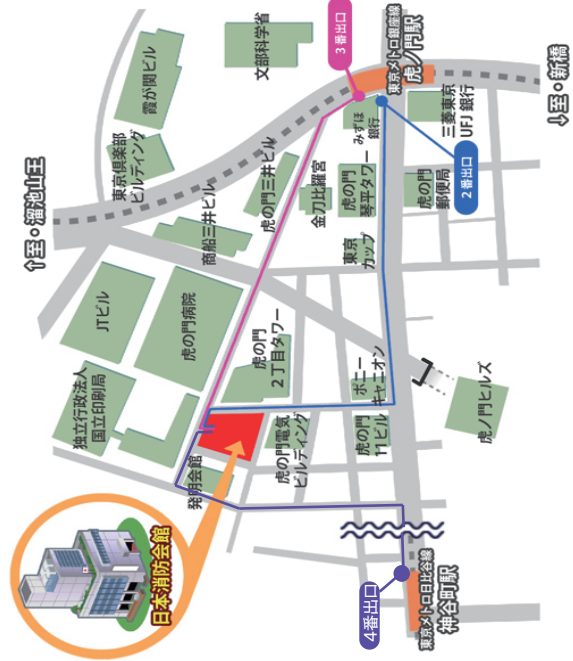
### 【お問い合わせ】

国土技術政策総合研究所 企画部企画課  
TEL : 029-864-7619  
FAX : 029-864-1527  
E-mail : kouenkai2015@nilim.go.jp

## 会場のご案内

日本消防会館 ニッショール  
(東京都港区虎ノ門2-9-16)

東京メトロ銀座線 虎ノ門駅 (2番・3番出口) 下車徒歩5分  
東京メトロ日比谷線 神谷町駅 (4番出口) 下車徒歩10分



平成27年度 国土交通省

# 国総研 講演会



平成27年 **12月3日(木)**  
**10:30**開演 (10:00開場)



日本消防会館 (ニッショール)  
入場無料 定員700名 (申込先着順)

国土交通省  
国土技術政策総合研究所

## 特別講演

◆13:35～14:35

### 『社会・経済イノベーションを導く国土技術政策』



石田 東生

筑波大学大学院  
システム情報工学研究科 教授

### プロフィール

- ・東京大学大学院修了後、東京工業大学助手、筑波大学講師、フィリピン大学客員教授、筑波大学教授を経て現職。
- 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 社会システム・マネジメント工学専攻長、筑波大学 学長特別補佐、筑波大学 教育企画室室長を歴任。
- ・交通計画・国土計画・都市計画等を専門とする。
- ・社会資本整備審議会道路分科会臨時委員、社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会委員・国土幹線道路部会委員・事業評価部会委員、社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会委員、観光庁世界に誇れる広域観光周遊ルート検討委員会副座長、新道路技術会議委員長等を歴任。
- ・日本都市計画学会論文奨励賞、日本道路会議優秀論文賞を受賞。

## 一般講演

### セッション：「防災・減災」

◆10:35～10:55

#### 洪水危険度見える化プロジェクト



河川研究部長 鳥居 謙一

常時および非常時に自治体や住民が的確に判断し、行動をとるためリスクコミュニケーションが重要である。組織、個人の情報リテラシーの特性を前提にわかりやすい情報提供を目的とした洪水危険度見える化プロジェクトについて紹介する。

◆10:55～11:15

#### 「つぶやき」情報で土砂災害から命を救う 土砂災害研究部長 渡 正昭



ソーシャルネットワークサービス（SNS）として市民権を得たツイッター（Twitter）にスポットをあて、140字の「つぶやき（ツイート）」に込められた情報を土砂災害の発生監視や警戒避難に役立てるための技術開発について紹介する。

◆11:15～11:35

#### 沿岸都市部を津波・高潮から守る 沿岸海洋・防災研究部長 鈴木 武



沿岸部に都市・工業地帯が発達する日本は、そこでの資産や営みを津波や高潮から守っていくかざるをえない。日本の地理・経済や自然現象の特徴を踏まえ、津波や高潮への対応にどう取り組んでいくのか、幾つかの取組を紹介する。

◆11:35～11:55

#### 地震で倒壊しない建築物から地震後も使える建築物へ 建築研究部 建築新技術統括研究官 奥田 泰雄



災害拠点建築物等は、大地震において倒壊しないだけでなく、地震後も継続して使える必要がある。大地震後の機能継続のための研究開発として、RC建築物の損傷制御設計法と高耐震吊り天井工法について紹介する。

### セッション：「維持管理」

◆11:55～12:15

#### 地球12周！見えない下水道を護る 下水道研究部長 鈴木 稷



累積延長が46万kmに達し、今後、老朽管の急激な増加が見込まれる下水道管路を効果的に維持管理していくために必要な管路の調査優先度判定システムや、低コストで効率的な調査技術について紹介する。

◆12:15～12:35

#### 道路構造物のメンテナンスサイクルを回すために 道路構造物研究部長 真下 英人



橋やトンネル等の道路構造物のメンテナンスサイクル（点検、診断、措置、記録）を回すための、非破壊検査技術の活用、損傷状態に応じた補修・補強設計技術、耐久性を向上させる設計技術など最新の取り組みについて紹介する。

### セッション：「イノベーション」

～地方創生、賢く使う、生産性向上、仕事の進め方～

◆14:35～14:55

#### ETC2.0データを用いた道路交通の見える化 道路交通研究部長 伊藤 正秀



本格的な普及が始まったETC2.0では、車の位置・時刻・加速度等のデータが得られる一方、よりきめ細かい情報を車に提供することも期待される。本技術を用いた道路交通分析や利用者サービスについて、研究の現状と今後の可能性について述べる。

◆14:55～15:15

#### 地方創生に資するコンパクトシティの形成に向けた研究 都市研究部長 佐藤 研一



地方創生の視点から、コンパクトシティの形成が各地で試みられている。これを支援するための、中心市街地の活性化、郊外部の再編・縮退、公共交通の活性化等に関する研究やその成果の活用状況を紹介する。

◆15:15～15:35

#### 航空市場の環境変化と需要予測手法の研究動向 空港研究部長 谷川 勇二



航空市場の環境変化や観光政策等の状況を踏まえつつ、首都圏空港の機能強化やLCC（格安航空会社）の参入拡大等に対応した今後の航空政策支援のため、その基礎となる航空需要の予測手法に関する研究動向について紹介する。

◆15:55～16:15

#### 港湾分野におけるAIS活用の可能性と北極海航路航行実態の分析 港湾研究部長 小泉 哲也



AISを活用した台風、津波来襲時の船舶の避難水域規模推計手法の開発や、AISを活用した北極海航路航行実態に関する分析等、AIS技術の活用の可能性や港湾政策への展開に関する研究を中心に紹介する。

◆16:15～16:35

#### 社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向 防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤



官民連携による新たな事業執行方式の導入、ICT技術等の活用による建設生産システムの効率化、設計・積算基準の標準化による現場施工の省力化・効率化など、社会資本整備プロセスの生産性向上に関する研究の動向について紹介する。

◆16:35～16:55

#### 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導 住宅研究部長 福山 洋



本年7月に「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」が成立し、住宅・建築物の省エネルギー化に向けた動きが本格化していくこととなった。ここでは、この基準を支える、エネルギー消費性能評価手法の開発やそれによって変わる設計技術等について紹介する。

国土技術政策総合研究所資料  
TECHNICAL NOTE of N I L I M  
No. \*\*\* January 2017  
編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは  
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地  
企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675

**タイトル部分のフォントサイズ（目安）**

背厚さ：

3 mm以下→8 ポイント、

3～5 mm→10 ポイント、

5 mm以上→11 ポイント