

社会にインパクトある研究

## C. 安全安心の実現



C-2 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築  
～「造る」から「活かす」、そして「生きる」へ～

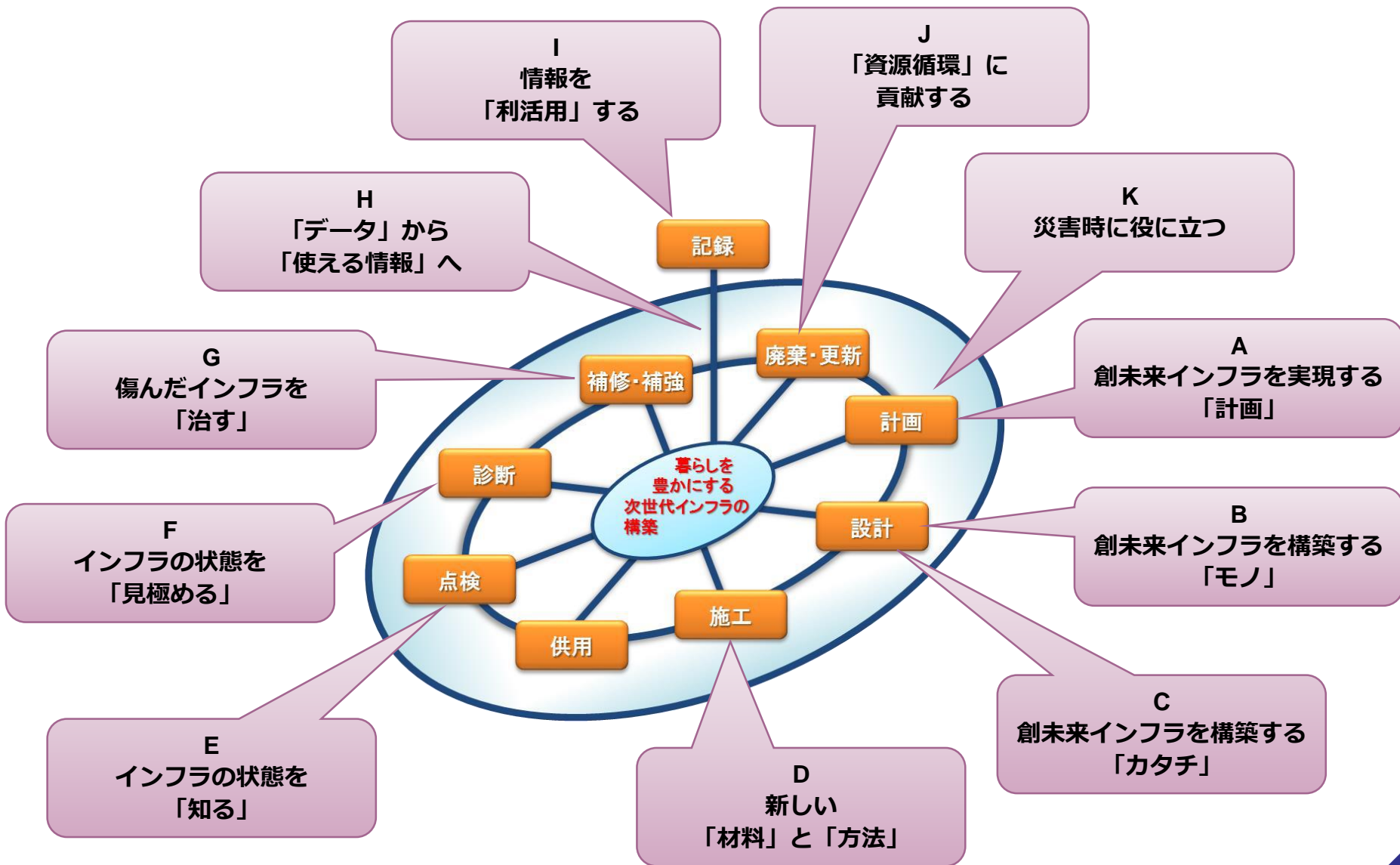
# 研究・実践集

# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



A	創未来インフラを実現する「計画」
B	創未来インフラを構築する「モノ」
C	創未来インフラを構築する「カタチ」
D	新しい「材料」と「方法」
E	インフラの状態を「知る」
F	インフラの状態を「見極める」
G	傷んだインフラを「治す」
H	「データ」から「使える情報」へ
I	情報を「利活用」する
J	「資源循環」に貢献する
K	災害時に役に立つ

# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



## A 創未来インフラを実現する「計画」

A-1	インフラ更新・補修戦略の最適化	東北大学災害科学国際研究所被災地支援研究室
A-2	維持管理の意思決定支援システム (開発段階)	東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 構造設計学研究室
A-3	地盤リスクの評価と対策技術	東北大学インフラマネジメント研究センター 東北大学大学院工学研究科 地盤工学分野
A-4	治水利水機能を備えた人に愛される河川の創造	東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻

## B 創未来インフラを構築する「モノ」

B-1	高靱性鋼の指標となる組織因子のマルチスケール評価	東北大学金属材料研究所
B-2	熱伝導率を最大にする機能性材料の開発 (熱を低く抑える)	東北大学工学研究科・材料力学研究室
B-3	トポロジー最適化を導入した究極の構造材料設計	東北大学工学研究科・材料力学研究室
B-4	最適な金属結晶構造を見出す技術の開発	東北大学工学研究科・材料力学研究室
B-5	熱力学的相平衡計算に基づくコンクリートの化学的劣化予測モデル	東北大学 大学院工学研究科 土木工学専攻 建設材料学研究室 太平洋セメント株式会社

# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



## C 創未来インフラを構築する「カタチ」

C-1	三次元斜面安定性評価解析システム	東北大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 材料力学研究室
C-2	接触解析によるずれ止めの数値的性能評価	東北大学 工学研究科土木工学専攻構造強度学研究室
C-3	送電用鉄塔の終局耐荷力・部材損傷解析	東北大学 工学研究科 数理システム設計学研究室
C-4	橋梁の冗長性の数値的評価技術	東北大学 工学研究科土木工学専攻構造強度学研究室

## D 新しい「材料」と「方法」

D-1	廃棄物等を不溶化した再生土木材料の用途に応じた長期安定性評価方法	鹿島建設株式会社 東北大学 建設材料研究室
D-2	地盤・土質材料の耐液状化靱性能評価	東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 地盤工学分野 三菱マテリアル株式会社
D-3	耐久性評価ツール「LIFE D.N.A.®」	鹿島建設株式会社 東北大学 建設材料学研究室

# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



E インフラの状態を「知る」		
E-1	テラヘルツ波イメージングによる木材等の穿孔検査	東北大学工学研究科小山研究室
E-2	テラヘルツ波イメージングによる木材の節等の不均質構造検査	東北大学工学研究科小山研究室
E-3	テラヘルツによる紙葉類損傷検査技術	東北大学工学研究科小山研究室
E-4	テラヘルツ波イメージングによる塗装金属板表面の傷の可視化	東北大学工学研究科小山研究室
E-5	テラヘルツ波イメージングによる断熱材等の背後に施工された配線等の可視化技術	東北大学工学研究科小山研究室
E-6	テラヘルツ波イメージングによるセラミックスタイルの接着不良検査	東北大学工学研究科小山研究室
E-7	テラヘルツ波イメージングによる木材やコンクリートへの水の浸潤検査	東北大学工学研究科小山研究室
E-8	テラヘルツ波イメージングによるコンクリート壁面の微小クラック検出	東北大学工学研究科小山研究室
E-9	テラヘルツ波によるコンクリート内の空洞非破壊検査	東北大学工学研究科小山研究室
E-10	目視困難な構造物の非破壊検査	東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 構造設計学研究室
E-11	コンクリート構造物の超音波による非破壊強度保証	東北大学大学院工学研究科 材料システム工学専攻 三原 毅 研究室

# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



## E インフラの状態を「知る」

E-12	塗装被覆鋼板の非破壊腐食検査技術	東北大学工学研究科小山研究室
E-13	テラヘルツ波による電線ケーブルの非破壊検査技術	東北大学工学研究科小山研究室
E-14	テラヘルツ波による鋼橋外ケーブル等の健全度検査	東北大学工学研究科小山研究室

## F インフラの状態を「見極める」

F-1	電気抵抗率によるコンクリートの遮塩性の評価	東北大学工学研究科建設材料学研究室
-----	-----------------------	-------------------

## G 傷んだインフラを「治す」

G-1	粘着性ハイドロゲルをバックフィル材として実装したコンクリート構造物の電気防食用新規陽極システムの開発	東北大学工学研究科建設材料学研究室 積水化成品工業株式会社 復建技術コンサルタント株式会社
G-2	実構造物から取得した電気化学的情報に基づく 電気防食工法の補修効果予測手法の構築	東北大学工学研究科建設材料学研究室 住友大阪セメント株式会社

# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



## H 「データ」から「使える情報」へ

H-1	タブレット型記録支援端末	東北大学インフラマネジメント研究センター
-----	--------------	----------------------

## I 情報を「利活用」する

I-1	Tohoku Integrated Information System (TIIS) の構築	東北大学インフラマネジメント研究センター
I-2	損傷評価システム	東北大学インフラマネジメント研究センター
I-3	地理空間情報可視化手法のアルゴリズム開発	東北大学大学院 情報科学研究科 空間計画科学研究室
I-4	地盤情報データのプラットフォーム	地盤工学会東北支部 東北地域づくり協会 東北大学インフラマネジメント研究センター
I-5	不動産価格情報提供システムの試作	東北大学大学院 情報科学研究科 空間計画科学研究室
I-6	地域・都市のレジリエンスデザインのためのX-GISの開発	東北大学災害科学国際研究所 地域安全工学研究分野
I-7	リアルタイム交通モニタリングシステム	東北大学情報科学研究科 桑原研究室 (DOMINGO 共同研究体)



# 暮らしを豊かにする創未来インフラの構築 研究・実践集



## J 「資源循環」に貢献する

J-1	廃棄物の地盤材料としての有効利用	東北大学インフラマネジメント研究センター 地盤工学会東北支部資源循環研究委員会
J-2	コンクリート用混和材加熱改質フライアッシュCfFA® (Carbon-free Fly Ash)	東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 建設 材料学研究室

## K 災害時に役に立つ

K-1	災害科学情報の多次元統合可視化システム	東北大学災害科学国際研究所 地域安全工学研究 分野
K-2	避難支援策の設計・評価システム	東北大学情報科学研究科 桑原研究室 (DOMINGO 共同研究体)
K-3	サービス供給を重視したインフラ管理者のBCP	東北大学災害科学国際研究所丸谷研究室

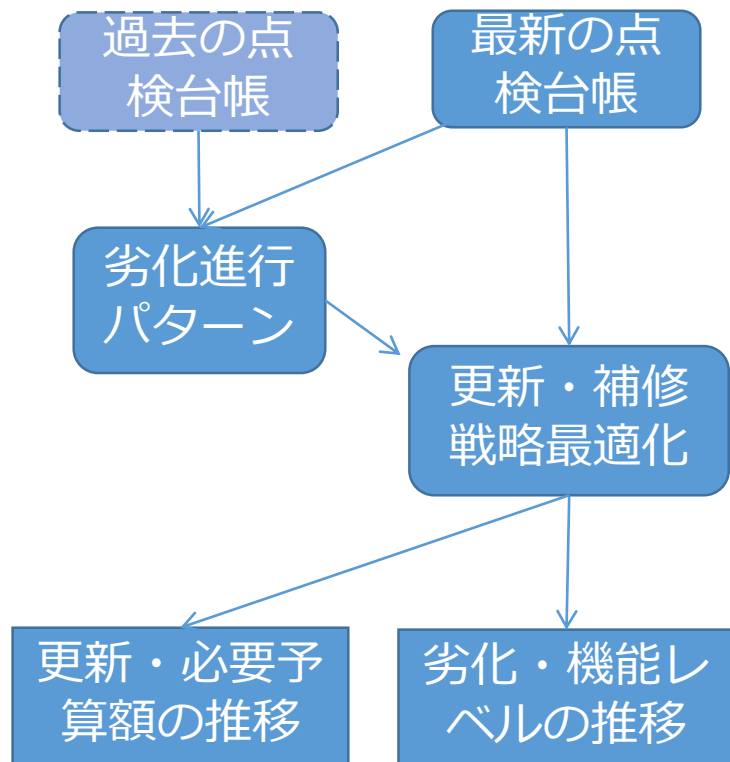
# 研究・実践集



## A 創未来インフラを実現する「計画」

- A-1 インフラ更新・補修戦略の最適化
- A-2 維持管理の意思決定支援システム (開発段階)
- A-3 地盤リスクの評価と対策技術
- A-4 治水利水機能を備えた人に愛される河川の創造

# インフラ更新・補修戦略の最適化



- 多数のインフラの劣化レベルをマルチコフ連鎖モデルを用いて表現する
  - 経年的な劣化の進行を表現
  - 劣化の進行過程をマクロに把握
  - 点検データを用いてモデルの信頼性を改善
- 長期的な更新，補修計画を最適化
  - 所与の予算での最適更新・補修戦略を表示
  - 予算水準がインフラ機能に与える影響の算定
  - 財政部局への要求資料の根拠を提示

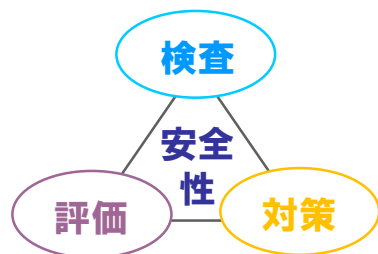
開発・推進

東北大学災害科学国際研究所 被災地支援研究室

参考資料等

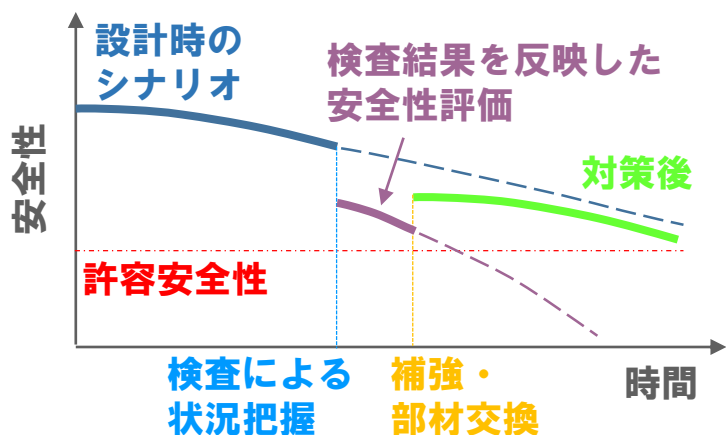
大窪・奥村，更新・廃止計画のための多時点最適施設配置モデル，土木学会論文集（2014年12月）  
奥村，土木計画学（土木・環境系コアテキストシリーズE-1），コロナ社（2014年3月）

# 維持管理の意思決定支援システム (開発段階)



定量化された安全性に基づく

- 1) 効果の統一的評価
- 2) 維持管理の意思決定材料の提供



- 定量化された安全性を指標とした検査→評価→対策の効果の統一的評価
- 想定シナリオからのずれ、今後の推移の見える化  
→経年劣化による長期間の性能低下、地震等の災害による短期間の性能低下の統一的評価  
(設計基準の変化の影響も含む)
- 補修・補強、部材交換の時期の意思決定に関する判断材料の提供  
例) 支承の劣化度検査→安全性評価→支承交換

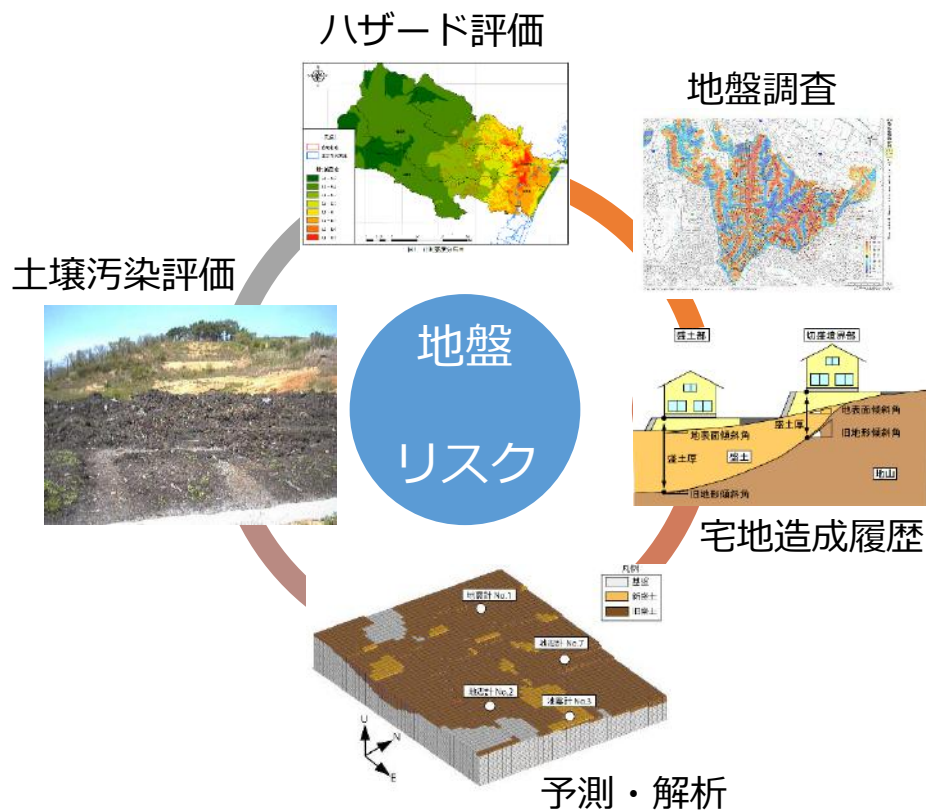
開発・推進

東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 構造設計学研究室

参考資料等

小野寺ほか, 免震支承の経年劣化が免震支承-RC橋脚系の地震応答に及ぼす影響, 土木学会論文集A1(2015年9月)

# 地盤リスクの評価と対策技術



## ■ 地盤沈下

- 地下水の汲み上げ、地殻変動・液状化・周辺への盛土など

## ■ 斜面地盤災害

- 地震・火山・豪雨・土石流・等

## ■ 土壌汚染・地下水汚染

- 重金属・農薬・化学物質・放射性物質

## ■ インフラ整備で遭遇するもの

- 調査・設計・施工・工程管理・維持管理に係る地盤関連のリスク
- 動態観測、事故・危機管理への対応
- 排土・排水処理、廃棄物の処理

開発・推進

東北大学インフラマネジメント研究センター、大学院工学研究科 地盤工学分野

参考資料等

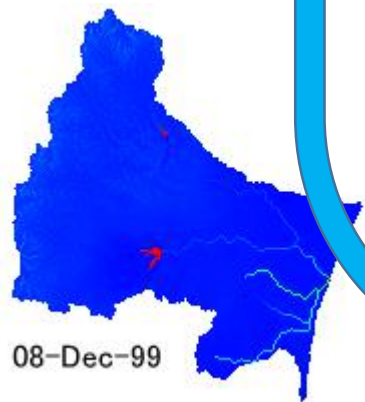
役立つ地盤リスクの知識：地盤工学会、平成25年4月

国土交通省都市局、大規模盛土造成地の滑動崩落対策[http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_tobou\\_fr\\_000004.html](http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_fr_000004.html)

# 治水利水機能を備えた人に愛される河川の創造

- 周辺住民の河川への意識向上の方策研究  
NGO・NPOの維持管理への参加
- 魅力ある河川の定量評価
- 治水・利水機能の向上

河川流出シミュレーション

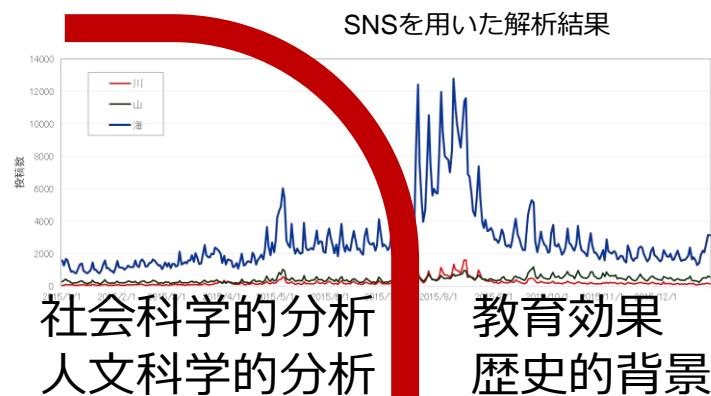


08-Dec-99

学融合の  
展開

工学的解析  
理学的解析

洪水リスク・水利用評価  
気候変動等の将来評価



- 河川工作物の維持・管理の役割分担
- 管理費用の低減
- 魅力ある河川創造

開発・推進

東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 風間 聡

参考資料等

平成27年度挑戦的萌芽研究テーマ

# 研究・実践集



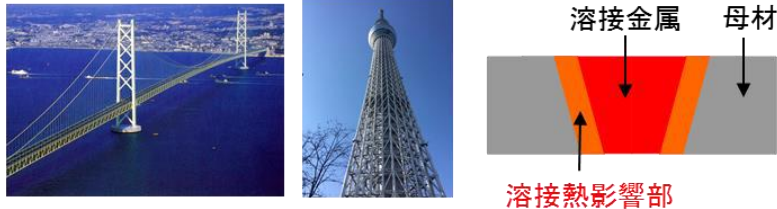
## B 創未来インフラを構築する「モノ」

- B-1 高靱性鋼の指標となる組織因子のマルチスケール評価
- B-2 熱伝導率を最大にする機能性材料の開発（熱を低く抑える）
- B-3 トポロジー最適化を導入した究極の構造材料設計
- B-4 最適な金属結晶構造を見出す技術の開発
- B-5 熱力学的相平衡計算に基づくコンクリートの化学的劣化予測モデル



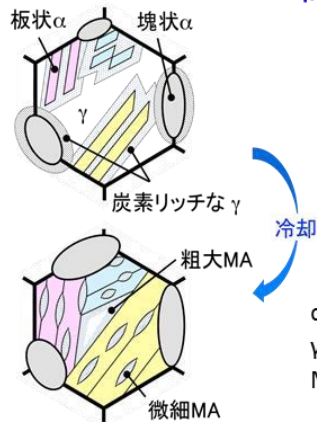
# 高靱性鋼の指標となる組織因子のマルチスケール評価

(背景) 高強度・高靱性鋼の社会インフラへの応用  
 — 鋼構造化での溶接利用の拡大



(材料学的課題)

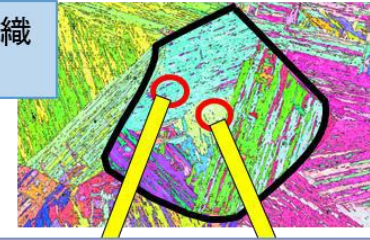
高強度鋼の微細組織制御



粗大結晶粒組織と  
 硬質相(MA)の生成  
 ↓  
 溶接熱影響部の脆化

(課題解決に向けて)

結晶粒組織  
 の同定

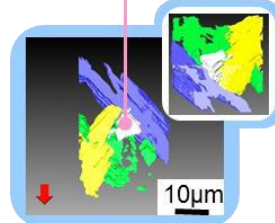
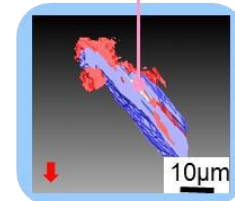


3次元組織解析手法の確立と脆化因子の同定

MA(板状)



MA(塊状)



安全な溶接構造用材料の設計に貢献可能!

開発・推進

東北大学金属材料研究所

参考資料等

古原 忠: 「マルテンサイトおよびベイナイトの基地組織の特徴」, ふえらむ, 2007年12月



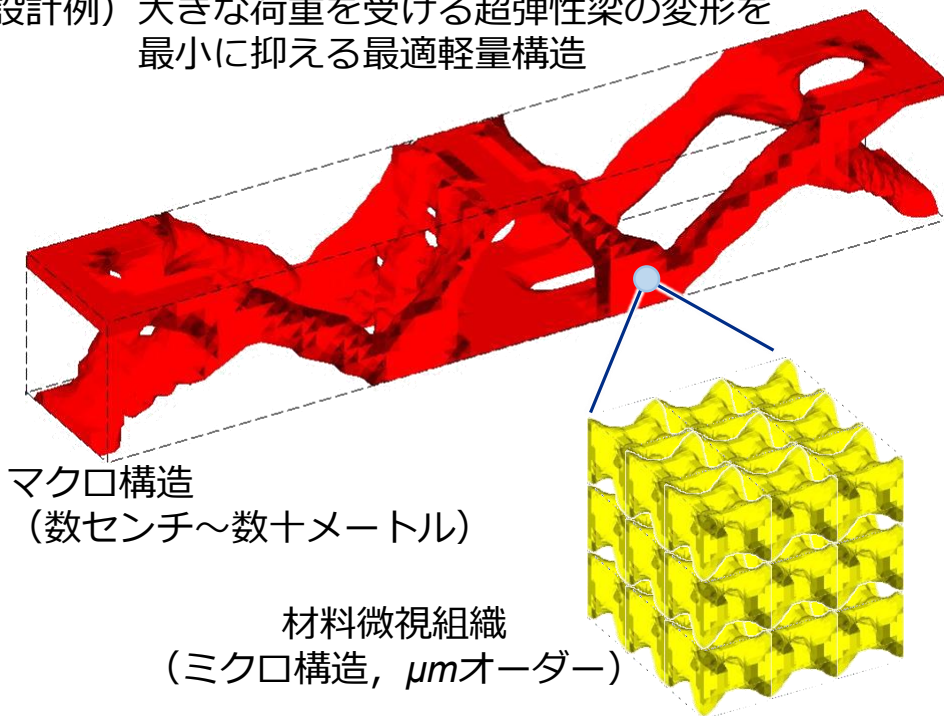


# トポロジー最適化を導入した究極の構造材料設計



TOHOKU  
UNIVERSITY

設計例) 大きな荷重を受ける超弾性梁の変形を  
最小に抑える最適軽量構造



マクロ構造  
(数センチ~数十メートル)

材料微視組織  
(ミクロ構造,  $\mu\text{m}$ オーダー)

材料微視組織からマクロ構造の形まで同時に  
最適化する技術 (究極のものづくりに貢献します)

- 構造の最適な形を見つけることは設計上非常に重要。しかし、従来の経験則による手法では不可能!
- 最適な構造の形を発見する数値的手法 (トポロジー最適化) の開発
- 実践例は, 大きな荷重を受ける梁の変形を最小かつ軽量にするために、材料の微細組織からマクロ構造の形まで同時に最適化した (変形は従来設計の20%以下に減少)
- 構造の形や材料設計はどの構造分野でも共通の課題! それを解決できます。

開発・推進

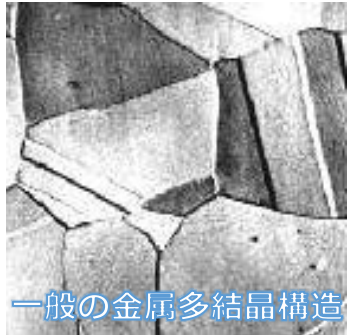
東北大学工学研究科・材料力学研究室

参考資料等

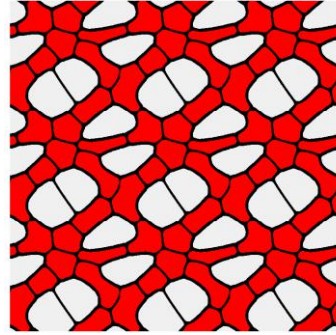
加藤準治, 谷地大舜, 西澤峻祐, 高瀬慎介, 寺田賢二郎, 京谷孝史, 超弾性複合材料の分離型マルチスケールトポロジー最適化, 日本計算工学会論文 (Transactions of JSCES), Paper No.20160001, 2016.

加藤準治, 谷地大舜, 西澤峻祐, 高瀬慎介, 寺田賢二郎, 京谷孝史, 分離型マルチスケール解析法による超弾性複合材料のミクロ構造トポロジー最適化, 日本計算工学会論文 (Transactions of JSCES), Paper No.20150014, 2015

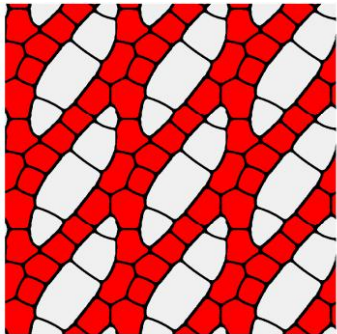
# 最適な金属結晶構造を見出す技術の開発



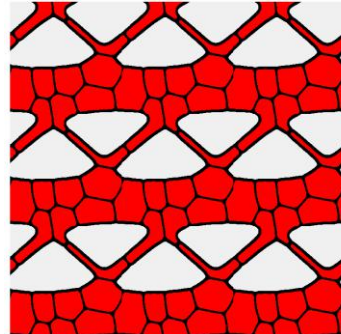
一般の金属多結晶構造



最適化例 1



最適化例 2



最適化例 3

実践例) 異なる条件に応じて金属の多結晶構造を最適化した3つの例

- 金属の最適な多結晶構造を数値的に求める手法の開発（フェーズフィールド・マルチスケールトポロジー最適化）
- 実践例では、金属の結晶粒配置を最適化し、最も変形が小さくなる結晶構造を数値計算で発見した。
- 今後様々な目的に対して設計できるようになると考えられる。
- 最新の**金属用3Dプリンターでは結晶構造を制御して製作できる**ようになっている。その印刷技術と合わせれば、目的・用途に合致した理想の金属製品を得ることができる。
- 期待される例) **超高強度**落橋防止装置など

開発・推進

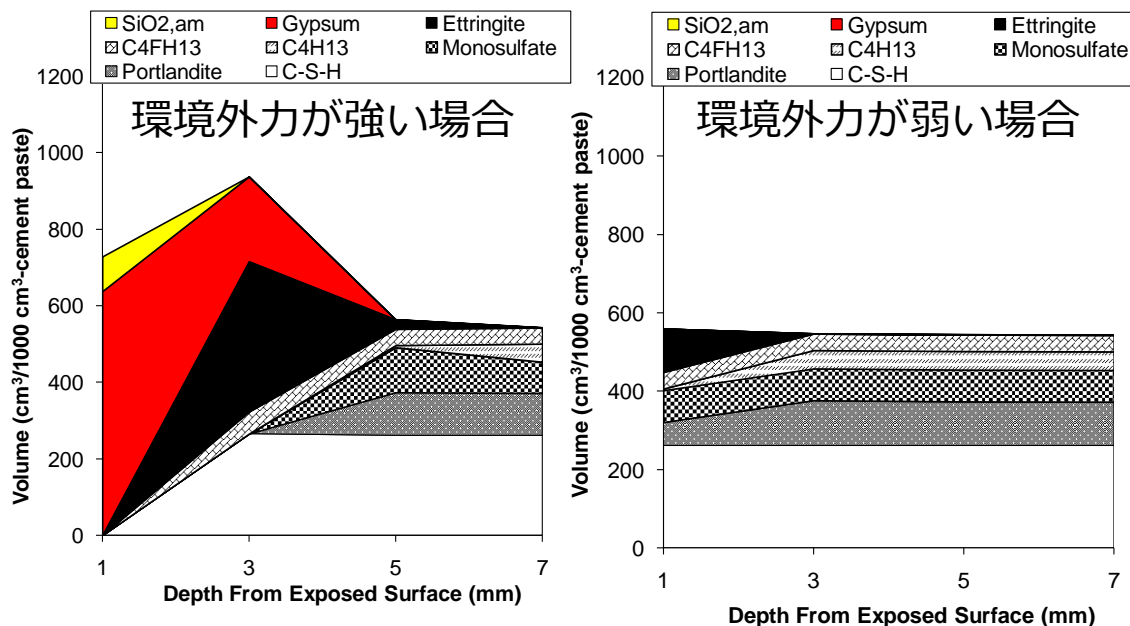
東北大学工学研究科・材料力学研究室

参考資料等

J. Kato, Y. Kamo, T. Kyoya, T. Takaki, Multi-scale topology optimization for polycrystalline metals with a multi-phase field approach, Asian Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization 2016, Nagasaki, Japan, May 22-26, 2016  
 J. Kato, S. Nishizawa, T. Kyoya, K. Terada, Multi-scale topology optimization considering mechanical and thermal stress forces for additive manufacturing, VII European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, Create, Greece June 5-10, 2016

# 熱力学的相平衡計算に基づくコンクリートの化学的劣化予測モデル

□コンクリートが何年でどのような状態になるのか、について  
目には見えない深さ方向で予測



環境外力の違いが劣化の進行に及ぼす影響を予測

□劣化予測のための構造物の点検を必要とせず、簡便に予測が可能

→ 点検コストの削減および定期点検の最適化

→ 点検が困難な下水暗きよ等の劣化予測にも適用できる

□経験則で組み上げた劣化予測手法とは異なり、幅広い環境において劣化予測が可能

開発・推進

東北大学 大学院工学研究科 土木工学専攻 建設材料学研究室  
(太平洋セメント株式会社との共同研究)

参考資料等

Shintaro Miyamoto, Yoshifumi Hosokawa, Hiroshi Minagawa, Makoto Hisada : Analytically Discussion on Dominant Factor of Deterioration of Concrete Attacked by Sulfuric Acid, RCCS (2015年6月)

# 研究・実践集

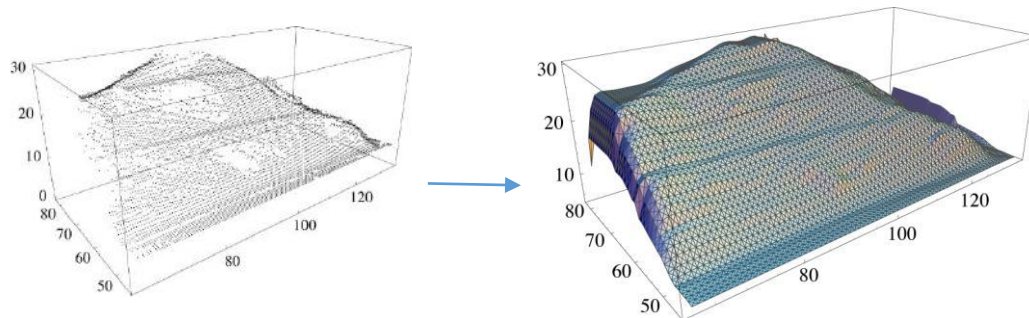


## C 創未来インフラを構築する「カタチ」

- C-1 三次元斜面安定性評価解析システム
- C-2 接触解析によるずれ止めの数値的性能評価
- C-3 送電用鉄塔の終局耐荷力・部材損傷解析
- C-4 橋梁の冗長性の数値的評価技術



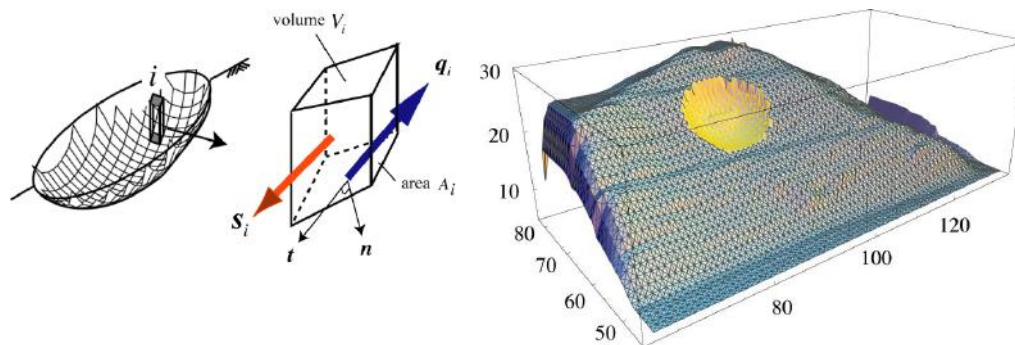
# 三次元斜面安定性評価解析システム



三次元数値地形データから解析モデルを作成

三次元数値地形データは容易に  
取得可能

- ・レーザープロファイラー
- ・デジタイザー



詳細な地形情報を生かした安定性  
評価解析

- ・簡便な手法でありながら，崩壊の発生箇所，形態，安全率を高い信頼性で予測評価

楕円体滑り極限解析による安定性評価

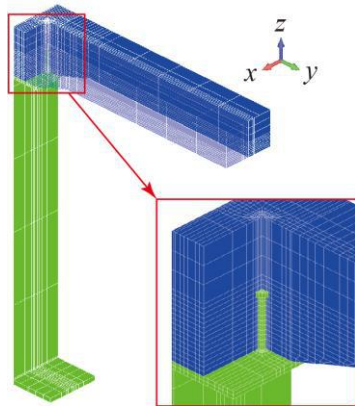
開発・推進

東北大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 材料力学研究室

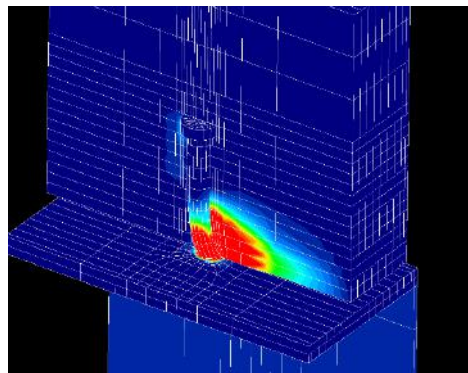
参考資料等

Kyoya, et al., Int. Workshop on Hanoi Geoengineering (2005)

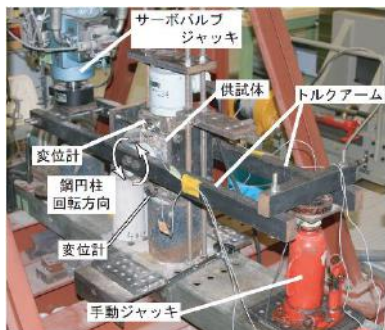
# 接触解析によるずれ止めの数値的性能評価



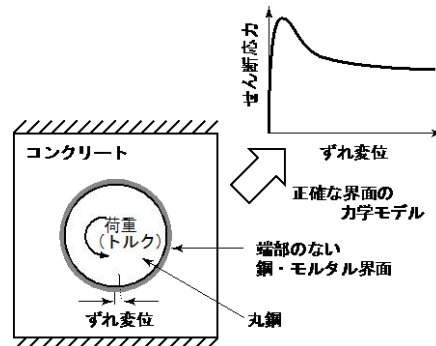
合成桁の数値要素試験モデル



ずれ止め周辺の変形状態



ねじり式付着強度試験の様子



ねじり式付着強度試験体

## ■ ずれ止めの性能評価および開発の効率化

→ 模型実験では境界条件の影響排除困難

周期境界による理想的な条件と付着・摩擦を考慮できる精緻な接触解析

## ■ 鋼・コンクリート界面の力学特性評価

→ 応力集中による付着強度計測の困難

応力集中を回避できる独自のねじり式付着強度試験

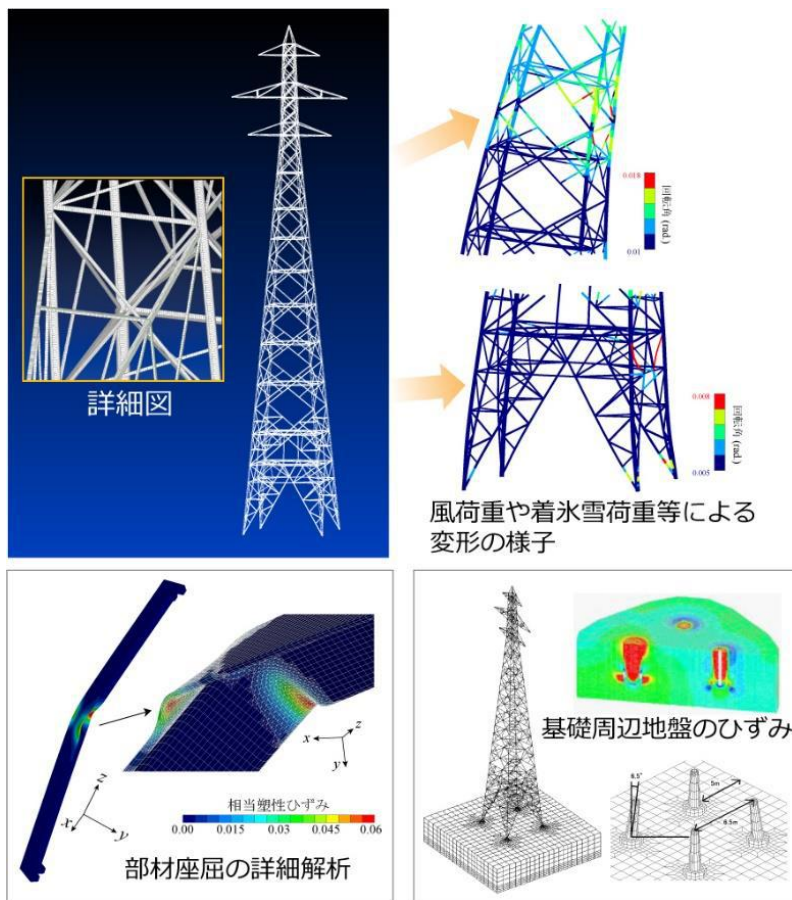
開発・推進

東北大学工学研究科土木工学専攻構造強度学研究室

参考資料等

齊木功他, 鋼コンクリート界面の付着強度評価法に関する一提案, 土木学会応用力学論文集, vol.13, pp.323-329, 2010.  
齊木功他, 非均質なTimoshenko梁の平均物性評価, 土木学会論文集A2, Vol.68, p.l\_161-l\_169, 2012.

# 送電用鉄塔の終局耐荷力・部材損傷解析



- 三次元有限要素解析により終局耐荷力と部材損傷を評価
- 有限変形・弾塑性解析により部材座屈と塑性降伏を評価
- 風荷重, 着氷雪荷重, 電線張力等の作用外力を考慮
- 鉄塔－基礎－地盤の一体解析による全体系挙動の評価

開発・推進

東北大学 工学研究科 数理システム設計学研究室

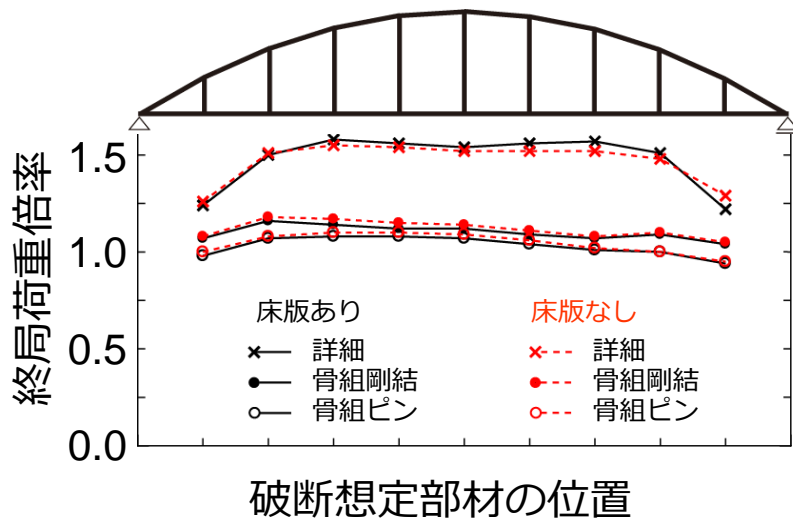
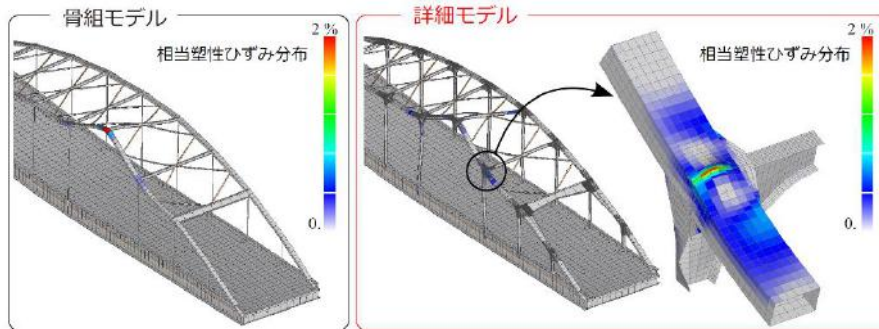
参考資料等

山川優樹, 溝江弘樹, 千田大, 戸田丈, 池田清宏, 田村洋, 寺田賢二郎: 斜面近傍に位置する逆T字型送電鉄塔基礎の引揚支持力解析. 土木学会論文集C(地圏工学), Vol. 71, No. 1, pp. 1-13, 2015.

山川優樹, 中市翔也, 池田清宏, 尾崎利行, 松村政秀, 北田俊行: 地盤－基礎－送電鉄塔の連成作用を考慮した三次元解析と基礎の安定性の検討. 土木学会論文集C, Vol. 64, No. 4, pp. 782-801, 2008.



# 橋梁の冗長性の数値的評価技術



- 冗長性（部材損傷時の終局荷重）評価のための解析モデル  
→正確な評価をするためのノウハウ

考慮すべき非線形性，格点部や床版のモデル化，もっとも厳しい荷重条件

- 冗長性評価に基づく点検の合理化

→部材の損傷が橋梁全体に与える影響を部材ごとに把握できるので，影響の大きな部材を重点的に点検できる

開発・推進

東北大学工学研究科土木工学専攻構造強度学研究室

参考資料等

齊木功他，非線形有限要素解析による鋼ランガー橋の冗長性に関する基礎的考察，土木学会構造工学論文集，Vol.62A，pp.61-71，2016.

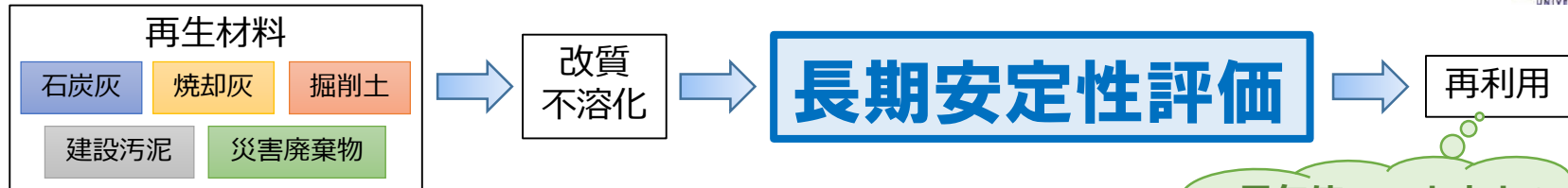
# 研究・実践集



## D 新しい「材料」と「方法」

- D-1 廃棄物等を不溶化した再生土木材料の用途に応じた長期安定性評価方法
- D-2 地盤・土質材料の耐液状化靱性能評価
- D-3 耐久性評価ツール「LIFE D.N.A.®」

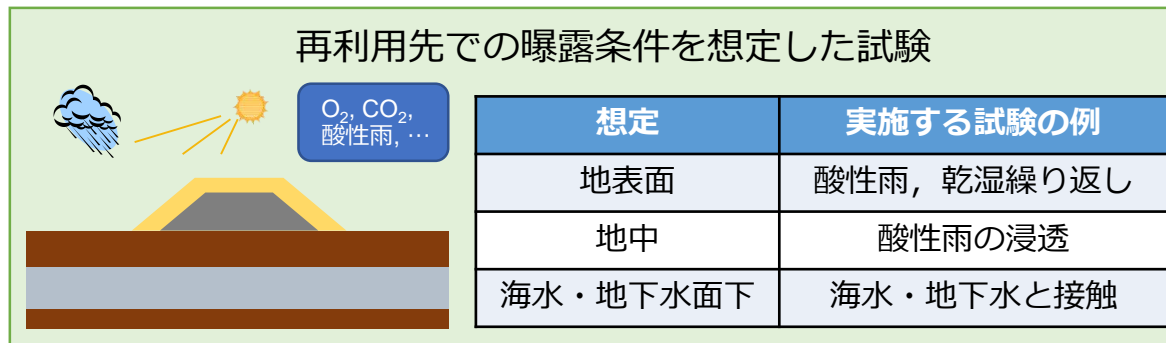
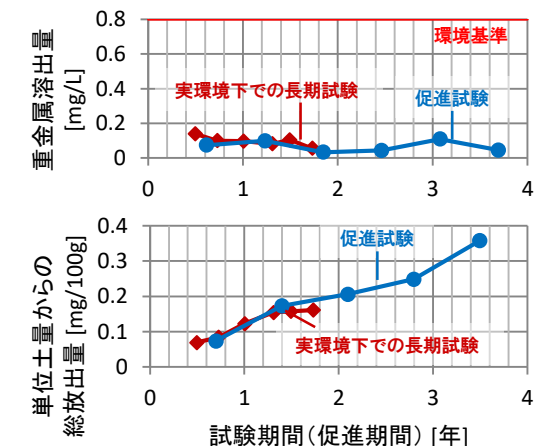
# 廃棄物等を不溶化した再生土木材料の用途に応じた長期安定性評価方法



- 盛土、埋土、覆砂材等、土木材料としての長期利用を想定した、不溶化、改質効果の長期安定性評価。
- 再利用先での曝露条件を想定して試験を実施。
- 促進試験による短期間での長期安定性評価。

長年使って大丈夫？  
長期的に劣化？

促進試験による長期間の溶出量の再現性実験  
結果例 (灰の造粒固化物からのフッ素溶出)



開発・推進

鹿島建設株式会社、東北大学 建設材料研究室

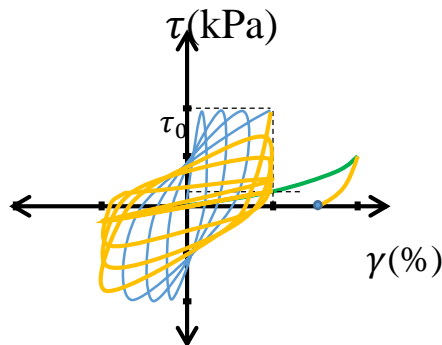
参考資料等

佐藤毅 川端淳一 岡本道孝 皆川浩, 焼却灰造粒固化物の地盤材料への適用にあたっての長期安定性評価 - 石巻災害廃棄物処理の事例 -, 地盤工学会誌, Vol.63, No.11/12, Ser.No.694/695, 2015

# 地盤・土質材料の耐液状化靱性能評価



- 人間活動の様々な場面で遭遇する地盤材料を対象  
→埋立浚渫土・鉋さい・火山灰二次堆積物・宅地盛土材料などの性能評価
- 地盤材料の地震時流動化防止  
→安定処理材の開発
- データベースとして蓄積  
→性能評価の精度向上



開発・推進

東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 地盤工学分野、三菱マテリアル

参考資料等

風間基樹, 地盤－基礎構造物系の液状化被害の予測・判定技術の現状と展望, 地盤工学会誌 (2016年8月)

# 耐久性評価ツール「LIFE D.N.A.®」

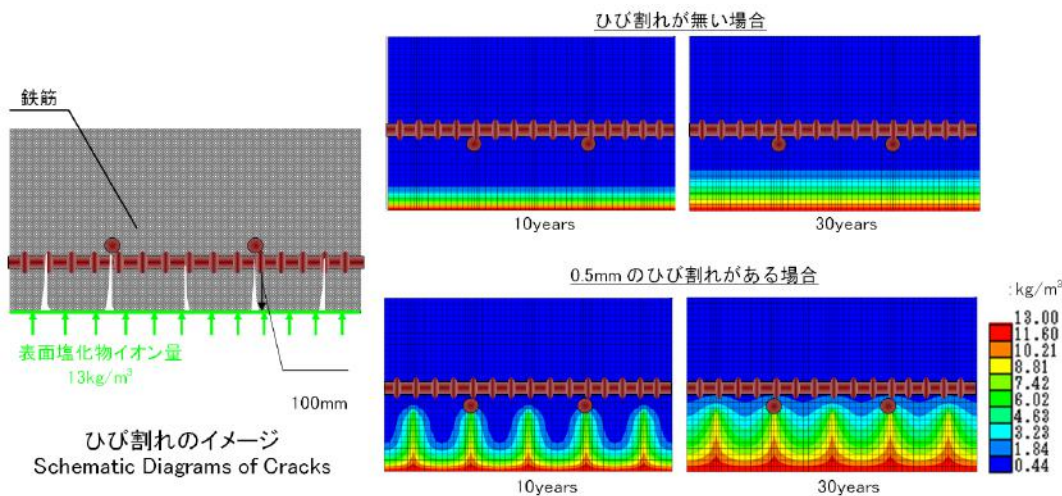


塩害劣化



溶脱

- コンクリート中の劣化因子移動や化学反応を予測する解析ソフト
- 各種劣化現象（塩害、中性化、溶脱、硫酸塩）について評価可能
- ひび割れを有するコンクリートについても評価可能



ひび割れ部からの塩分浸透解析結果

Examples of Simulations for the Chloride Ion Permeation

開発・推進

鹿島建設株式会社、東北大学 建設材料学研究室

参考資料等

横関康祐、渡邊賢三、古澤靖彦、大門正機、大即信明、久田真：カルシウムイオンの溶出に伴うコンクリートの変質に関する実態調査と解析的評価、土木学会論文集No.697/V-54、pp.51-64、2002.2



# 研究・実践集

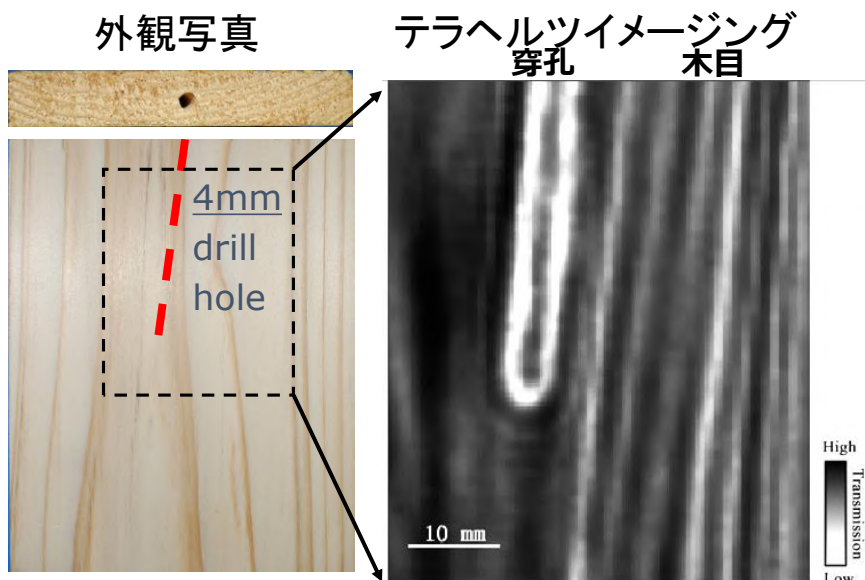
## E インフラの状態を「知る」

- E-1 テラヘルツ波イメージングによる木材等の穿孔検査
- E-2 テラヘルツ波イメージングによる木材の節等の不均質構造検査
- E-3 テラヘルツによる紙葉類損傷検査技術
- E-4 テラヘルツ波イメージングによる塗装金属板表面の傷の可視化
- E-5 テラヘルツ波イメージングによる断熱材等の背後に施工された配線等の可視化技術
- E-6 テラヘルツ波イメージングによるセラミックスタイルの接着不良検査
- E-7 テラヘルツ波イメージングによる木材やコンクリートへの水の浸潤検査
- E-8 テラヘルツ波イメージングによるコンクリート壁面の微小クラック検出
- E-9 テラヘルツ波によるコンクリート内の空洞非破壊検査
- E-10 目視困難な構造物の非破壊検査
- E-11 コンクリート構造物の超音波による非破壊強度保証
- E-12 塗装被覆鋼板の非破壊腐食検査技術
- E-13 テラヘルツ波による電線ケーブルの非破壊検査技術
- E-14 テラヘルツ波による鋼橋外ケーブル等の健全度検査

# テラヘルツ波イメージングによる木材等の穿孔検査

## ●欠陥:ドリル穴

試料: 杉  
厚さ: 12 mm



- 従来、木材等の虫食いのような穿孔等の検査は目視以外無かったが、外観検査では内部の穿孔は視認できなかった

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、誰でも検査することができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

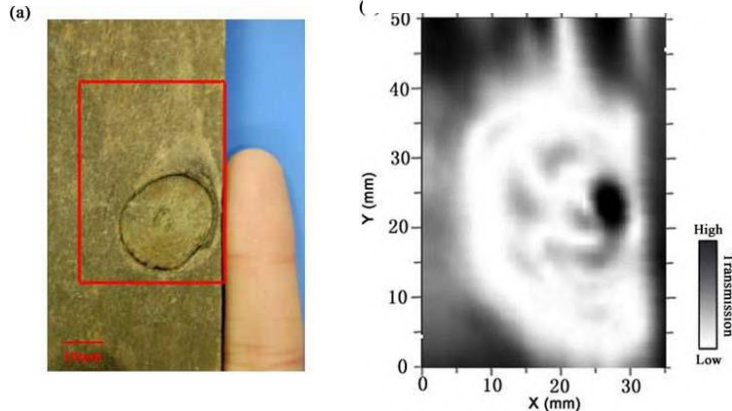
参考資料等

小山裕 他 「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」, 信学技報 IEICE Technical Report., ED2007-197 (2007-11).

# テラヘルツ波イメージングによる木材の節等の不均質構造検査

試料: 杉  
厚さ: 20 mm

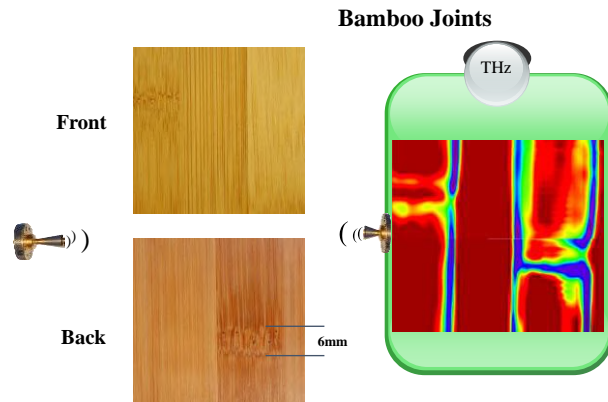
## •節のイメージング



- 従来、木材や竹の節のような不均質構造検査は目視以外無かったが、外観検査では内部の不均質は視認できなかった

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、誰でも検査する事ができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です
- 板材の裏面の不均質構造も表面から検査できます



67

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

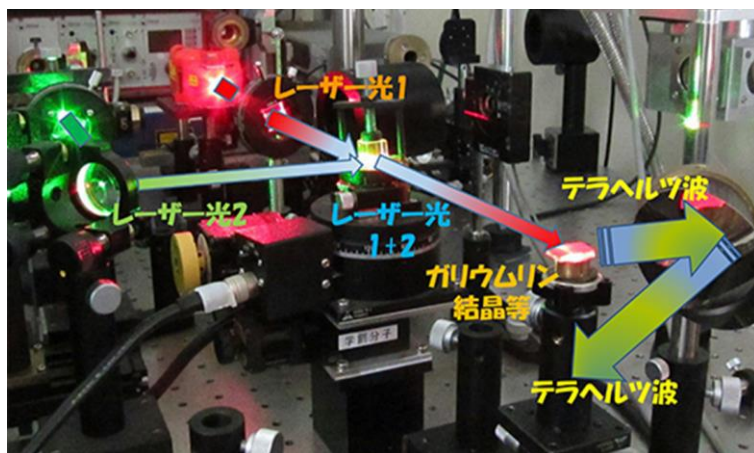
参考資料等

小山裕 他 「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」, 信学技報 IEICE Technical Report.,ED2007-197 (2007-11).



# テラヘルツによる紙葉類損傷検査技術

## テラヘルツ発生光学系概略図



- テラヘルツ波が樹脂等（非極性物質）に対して高い透過性があるという特徴を生かした「キラーアプリケーション」の例は少ない
- 紙幣等の変造・損傷修復に極薄テープが利用されることがあり、それを検出する現在の接触式段差計測に代わる技術として、テラヘルツ波を用い非破壊・非接触で検出する技術開発に取り組んだ
- 今回の研究成果は、テラヘルツにより非接触で極薄テープ部分を検出可能とし、今後テラヘルツの優位性を生かした「キラーアプリケーション」が事務実務分野で世界に広がるための可能性を示すことに成功した

## テラヘルツによる紙幣イメージング



開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

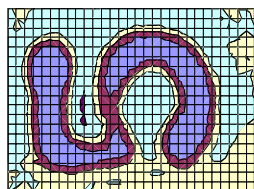
特開2016-80452(P2016-80452A)

# テラヘルツ波イメージングによる塗装金属板表面の傷の可視化

ステンレス板上に「5」の文字を  
ポンチで刻印  
(文字サイズ:4mm×5.5mm)



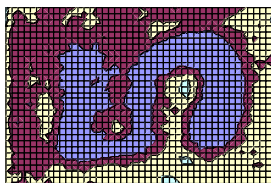
反射イメージング(46THz)  
(塗装なし)



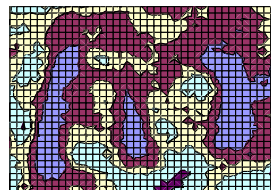
「5」の上にアクリル樹脂塗料を塗装



反射イメージング(46THz)  
(塗膜の厚さ:約40μ)



反射イメージング(46THz)  
(塗膜の厚さ:約80μ)



- 従来、塗装されて目視できない金属表面上の傷などの検査は、X線を使って行われていたが、作業に厳重な養生が必要であった

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、しかも安全に誰でも検査する事ができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

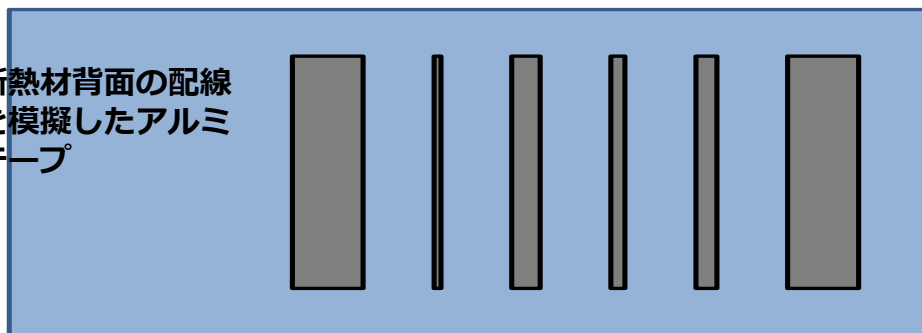
参考資料等

小山裕 他「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」,  
信学技報 IEICE Technical Report.,ED2007-197 (2007-11).

# テラヘルツ波イメージングによる断熱材等の背後に施工された配線等の可視化技術

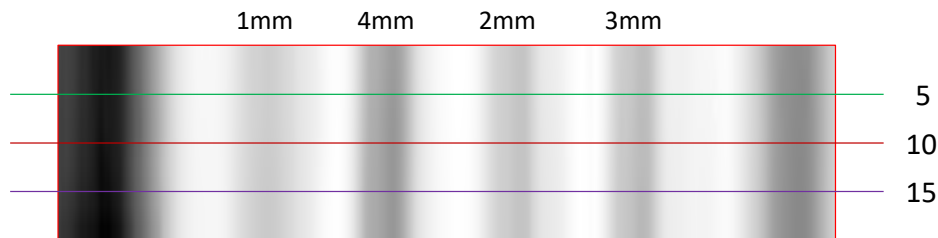
← 80mm →

断熱材背面の配線を模擬したアルミテープ



アルミテープ幅 10mm 1mm 4mm 2mm 3mm 10mm

テープとテープの間は約10mm



テラヘルツ反射イメージング

- 壁面にそった配線施工の経路図面の詳細は多くの場合存在せず、リフォーム等の際、情報・電気配線を破断する危険があった。情報配線の場合は特に、一瞬の破断が膨大な経済損失を招く恐れがある

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、しかも安全に、壁面の裏面の情報配線等を非破壊で誰でも検知する事ができる

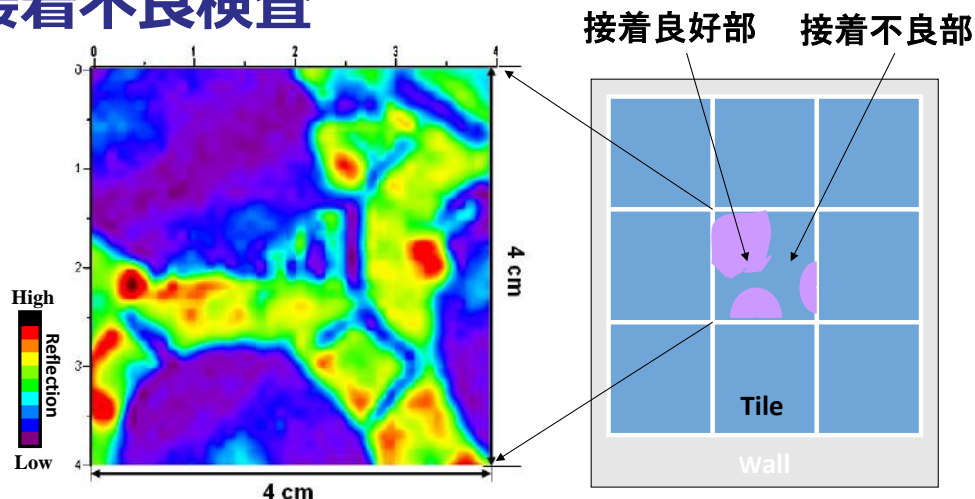
- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

# テラヘルツ波イメージングによるセラミックスタイルの 接着不良検査



反射測定におけるセラミックタイルのイメージング画像

モルタル工法によって、故意に0.3mm程度の空隙をタイルとコンクリート壁面に形成した供試体

- 従来、タイル等の接着不良検査は、打診法等の経験に基づく手法が適用されてきた

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、誰でも検査する事ができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

→適用する周波数に応じて0.3mm以下の接着不良を検出できます

- 空隙部に水類が充満すると、更に高感度に検出できます。
- 融雪剤などの水の存在を敏感に検出できます
- 接着剤工法のタイルにも適用できます

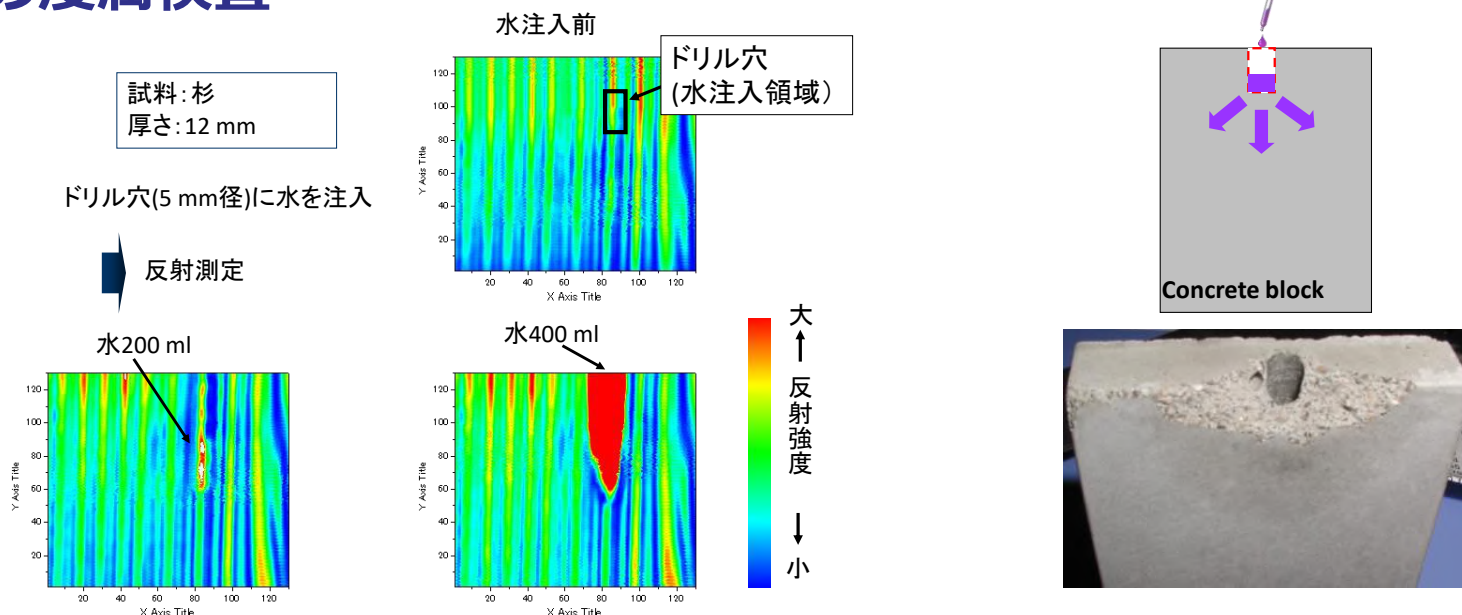
開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

小山裕 他「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」, 信学技報 IEICE Technical Report.,ED2007-197 (2007-11).

# テラヘルツ波イメージングによる木材やコンクリートへの水の浸潤検査



- 従来、木材やコンクリート内部への水の浸潤状態を検査する有効な手段は無かった

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、誰でも検査する事ができ、テラヘルツ波の特徴を活かして水の存在を敏感に検出する事ができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

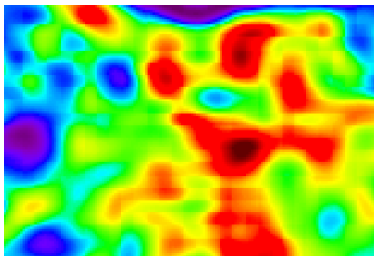
参考資料等

小山裕 他「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」,  
信学技報 IEICE Technical Report.,ED2007-197 (2007-11).

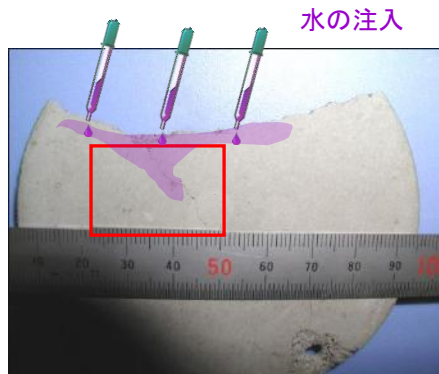
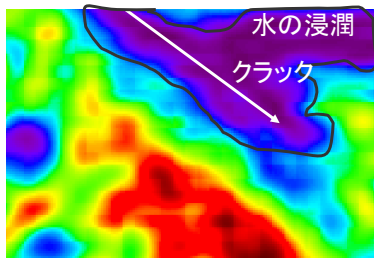


# テラヘルツ波イメージングによるコンクリート壁面の 微小クラック検出

水注入前



水注入後



クラック周辺の水によるテラヘルツ波の吸収



水による「増感」

微小クラックの検出

- 従来、コンクリート壁面の微小クラック検査は、可視や赤外線カメラ及び目視が適用されてきた

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、誰でも検査する事ができ、テラヘルツ波の特徴を活かして水によるクラック検出の増感を行う事ができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

→適用する周波数に応じて0.1mm幅以下のクラックを検出できます

- クラック部に水類が充満すると、更に高感度に検出できます。
- 融雪剤などの水の存在を敏感に検出できます

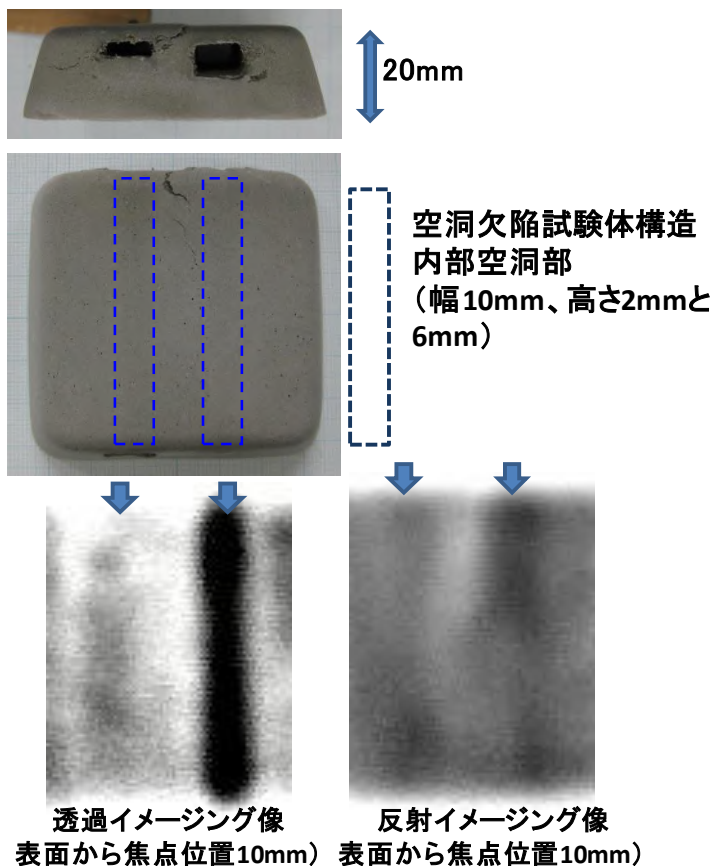
開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

小山裕 他 「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」,  
信学技報 IEICE Technical Report.,ED2007-197 (2007-11).

# テラヘルツ波によるコンクリート内の空洞非破壊検査



- 従来、コンクリート構造物内の空洞はファイバースコープにより、コア孔などを通じて観察する破壊検査

→本方法では非破壊的にコンクリート構造物内部の空洞をイメージングする事が可能です

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

→適用する周波数に応じて数mm以下の空洞も検出できます

- 空洞部に水類が充満すると、更に高感度に検出できます。

- 融雪剤などの水の存在を敏感に検出できます

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

小山裕 他「テラヘルツ・タンネット発振器と木材・コンクリート欠陥探傷への応用」,  
信学技報 IEICE Technical Report.,ED2007-197 (2007-11).





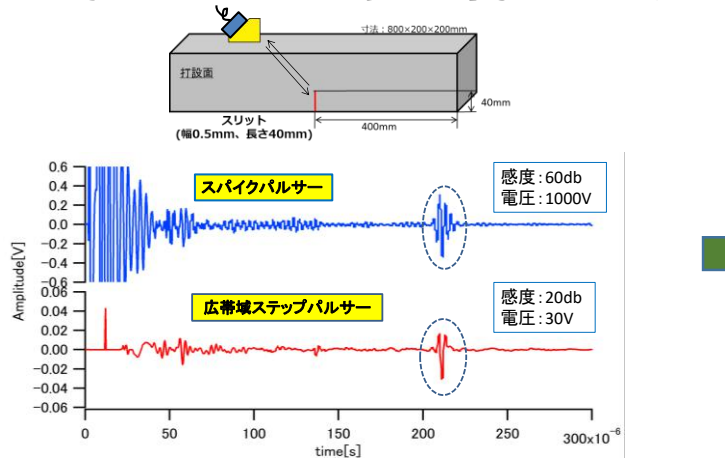
# コンクリート構造物の超音波による非破壊強度保証

内部欠陥（含表面欠陥深さ）

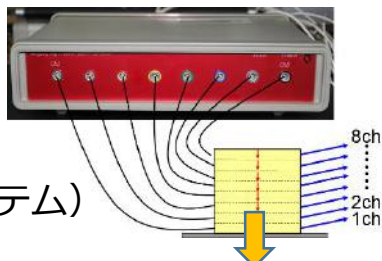
定量計測手法の開発

既存の超音波計測 + 超広帯域システム

既存のシステムに比べ圧倒的高感度



+



大変位超音波送信  
(積層探触子システム)

フェーズドアレイ技術による映像化へ向かう

□社会的ニーズ構造物の強度保証

内部欠陥2次元サイジングが不可欠

□現状:定性的評価法（目視検査+打音法）

定量計測手法未確立、強度保証課題

□直近の計測法開発の方向：1st STEP

目視法、打音法に定量性を付加

表面近傍損傷のスクリーニング

□次期計測法開発：2nd Step（本研究）

内部欠陥の超音波定量計測技術の開発

構造部材の強度保証へ

□最終計測法開発：3rd Step（今後）

カップラントフリー+映像化技術の開発

実機汎用内部欠陥計測法の確立

コンクリート構造物の強度保証へ向かう

開発・推進

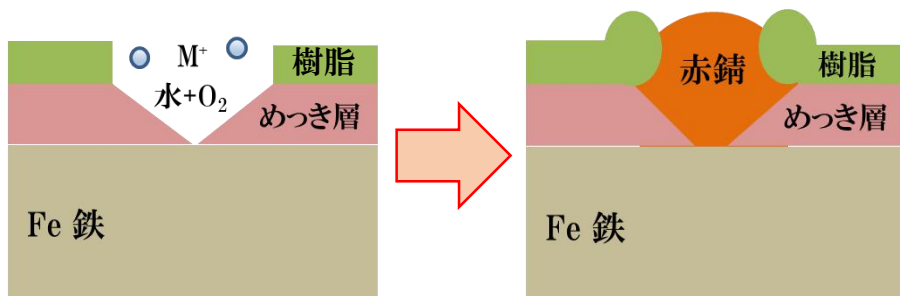
東北大学大学院工学研究科 材料システム工学専攻 三原 毅 研究室

参考資料等

- Review of progress in Quantitative Nondestructive Evaluation Vol.30B AIP, (2011) 1299-1306
- Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, 14,(1994) 2277-2284

# 塗装被覆鋼板の非破壊腐食検査技術

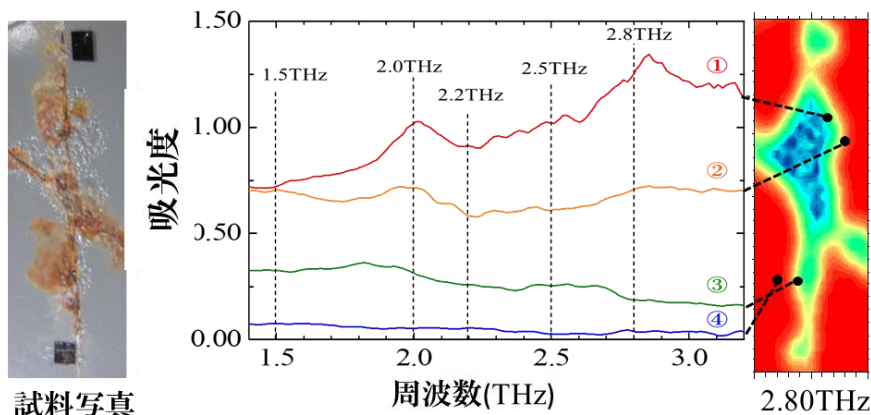
## ➤ 溶融亜鉛メッキ鋼板の腐食進行メカニズム



■ 溶融亜鉛メッキ鋼板は、自動車用鋼板や建築資材として幅広く利用されているが、定性的かつ定量的な非破壊検査方法は難しいとされてきた

■ 我々の研究グループでは、その鋼板上に生成した腐食生成物を検出する新たな技術としてテラヘルツ分光測定とイメージングを組み合わせた技術開発を行った

## ➤ 溶融亜鉛メッキ鋼板の分光イメージング



■ 今回の研究成果により、塗膜被覆下にあるメッキ層部分における腐食生成物を、独自に構築したテラヘルツ吸収データベースを用いる事により、非破壊で定性的・定量的に測定を可能とした

→将来的にその他の鋼板においても順次進めていくと共に、腐食生成物の広範なテラヘルツ吸収データベースの整備を行う

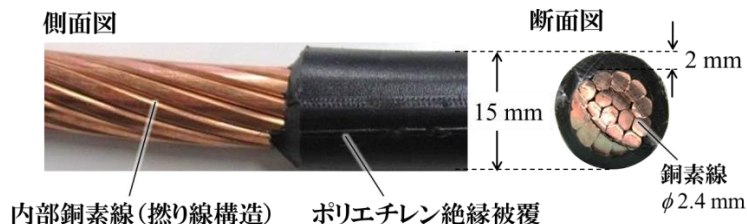
開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

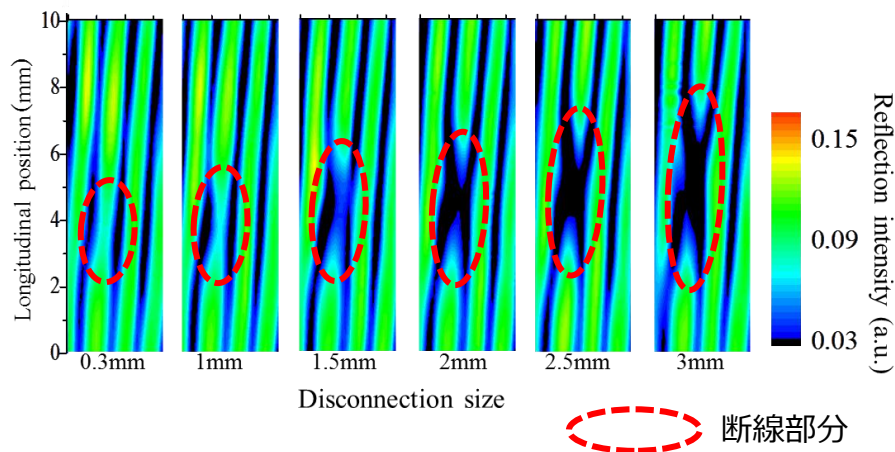
参考資料等

Yuta Nakamura, Hidetaka Kariya, Akihiro Sato, Tadao Tanabe, Katsuhiro Nishihara, Akira Taniyama, Kaori Nakajima, Kensaku Maeda, and Yutaka Oyama, "Nondestructive Corrosion Diagnosis of Painted Hot-Dip Galvanizing Steel Sheets by Using THz Spectral Imaging", Corrosion engineering, vol. 63, pp. 411-416, 2014.

# テラヘルツ波による電線ケーブルの非破壊検査技術



↓ イメージング



- 従来の電線ケーブル検査方法は目視検査であるため、工数がかかるほか、内部素線を検査するためには、被覆を剥ぎ取り修復する必要があった

→被覆を透過するテラヘルツ波を用いて、被覆したままケーブル内部の素線状態可視化が可能である

- 素線の断線部を非破壊で被覆を取り除くことなく識別

→光源に応じて断線を明瞭に検出可能である。断線のみならず、腐食状態も検査可能

- 今後は絶縁被覆アルミニウム素線に対しても順次研究を展開する

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

高橋星也, 前田健作, 小山裕「テラヘルツ波による非破壊・非接触センシングの展望」, OHM, 2015年3月  
S. Takahashi, T. Tanabe, K. Maeda, T. Hamano, K. Nakajima, and Y. Oyama

“Quantitative detection of copper surface cracks by terahertz reflection imaging”, IEICE Technical Report., ED2014-105 (2014).

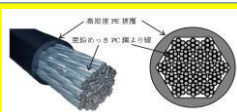
# テラヘルツ波による鋼橋外ケーブル等の健全度検査



TOHOKU  
UNIVERSITY



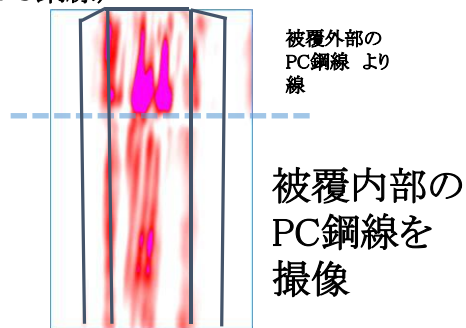
外ケーブル構造  
亜鉛メッキ鋼線



外径60mm  
橋梁用外ケーブル  
(亜鉛メッキ PC鋼線)



外観写真



テラヘルツ  
イメージング

- 従来、PE融着被覆された橋梁用外ケーブルPC鋼線の実効的な検査手段は無かった

→本方法では、作業者の経験によらず、イメージングにより直感的に正確に、しかも安全に、被覆を剥がすことなく非破壊で誰でも検査する事ができる

- 現実的な反射法によって非破壊で検出可能です

開発・推進

東北大学工学研究科小山研究室

参考資料等

プレスリリース 日経産業新聞(2015年11月25日付) 等

# 研究・実践集



## F インフラの状態を「見極める」

F-1 電気抵抗率によるコンクリートの遮塩性の評価

# 電気抵抗率によるコンクリートの遮塩性の評価

Cl<sup>-</sup>推計拡散係数

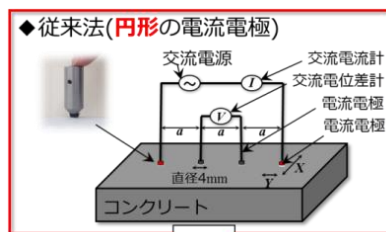
$$D_{Cl} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{k \cdot T \cdot \left(1 - \ln 10 \times C_{Cl} \cdot \frac{0.51 \cdot Z_{Cl}^4}{4\sqrt{I} \cdot (1 + \sqrt{I})^2}\right)}{F \cdot e \cdot \sum_n \left(Z_n^2 \cdot \frac{\bar{B}_n}{B_{Cl}} \cdot C_n\right)}$$

電気抵抗率

- コンクリート構造物の重篤な劣化現象である塩害に対して、コンクリートの遮塩性能を電気抵抗率により即時的・非破壊で評価する技術。

- 遮塩性能の直接的な指標である拡散係数と電気抵抗率の関係性を定式化し、定量評価技術の基礎を構築。

- 電極形状・寸法に依存しない非破壊試験法の開発による測定結果の信頼性の向上



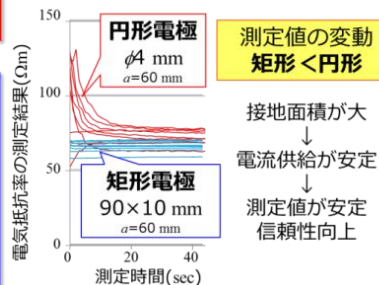
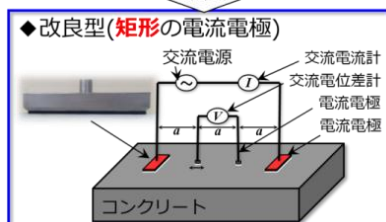
電気抵抗率

$$\rho = \frac{1}{k} \cdot \frac{V}{I}$$

セル定数

電極間電圧  
供試体に流れる電流

電流電極が点接触⇒理論解  $k = 1/2\pi a$   
矩形電極⇒FEMによる数値実験で取得



開発・推進

東北大学工学研究科建設材料学研究室

参考資料等

久田・皆川ら「コンクリートの電気抵抗率の測定方法及びその装置」特許第5156867号  
皆川浩, 久田真, 榎原彩野, 齊藤佑貴, 市川聖芳, 井上浩男, コンクリートの電気抵抗率と塩化物イオンの見掛けの拡散係数との関係に関する基礎的研究. 土木学会論文集 E, 66, 1, 119-131(2010)



# 研究・実践集



## G 傷んだインフラを「治す」

- G-1 粘着性ハイドロゲルをバックフィル材として実装したコンクリート構造物の電気防食用新規陽極システムの開発
- G-2 実構造物から取得した電気化学的情報に基づく 電気防食工法の補修効果予測手法の構築

# 実構造物から取得した電気化学的情報に基づく 電気防食工法の補修効果予測手法の構築

## カソード分極抵抗の現地評価試験



## FEMによる防食電流分布予測

- 支配方程式 ラプラス方程式

$$\nabla(\sigma \nabla \phi) = 0$$

$\phi$ : 電位  
 $\sigma$ : コンクリートの導電率

- 境界条件

- ① コンクリート表面の流出入電流

$$n(\sigma \nabla \phi) = 0$$

$n$ : 絶縁壁の法線ベクトル

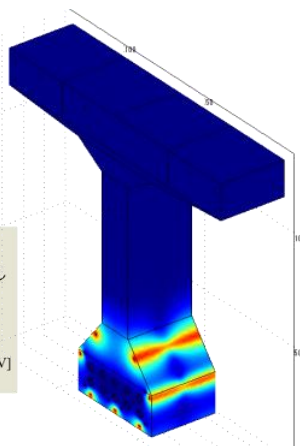
- ② 鉄筋および陽極の分極特性

鉄筋表面:  $E_c = E_{0c} - E_{cb} - i \cdot R_c$

陽極表面:  $E_a = E_{0a} + E_{ab} + i \cdot R_a$

$i$ : 電流密度 [ $A/m^2$ ]  
 $E_c, E_a$ : 電極電位 [V]  
 $E_{0c}, E_{0a}$ : 自然電位 [V]  
 $E_{cb}, E_{ab}$ : バイアス電位 [V]  
 $R_c, R_a$ : 分極抵抗 [ $\Omega m^2$ ]

カソード分極抵抗の現地評価試験の開発



- 実構造物のコンクリート中鋼材のカソード分極抵抗を現地で測定する手法を開発
- 測定結果をFEMの境界条件に実装し、信頼性の高い防食電流分布の予測手法を構築
- 防食電流分布から電気防食による補修効果を評価し、設計に反映する。

## 開発・推進

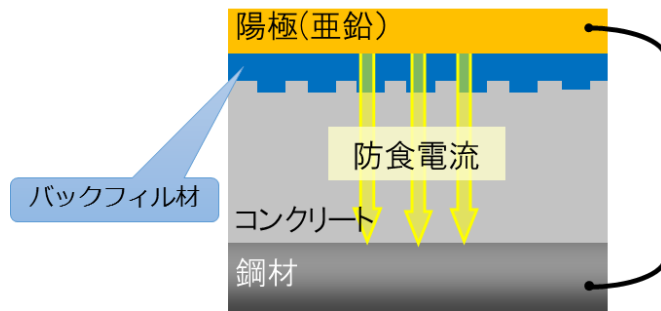
東北大学工学研究科建設材料学研究室, 住友大阪セメント(株)

## 参考資料等

鹿島篤志・山本誠・皆川浩・久田真「分極抵抗測定方法」特許第5892422号

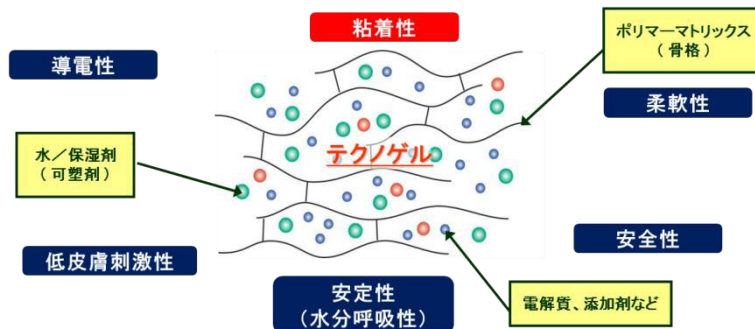
H. Minagawa et al., Protection Current Distribution Estimated by 3D-FEM with Cathodic Polarization Resistance Obtained from Small-Scale Destructive Procedures, NACE INTERNATIONAL EAST ASIA & PACIFIC RIM AREA CONFERENCE & Expo 2013, EAP13-4500(2013)

# 粘着性ハイドロゲルをバックフィル材として実装した コンクリート構造物の電気防食用新規陽極システムの開発



## ハイドロゲル

親水性の3次元ポリマーマトリックスの中に、水や可塑剤、電解質を保持している素材



- 電気防食は鋼材腐食を直接制御する方法で、コンクリート構造物中の鋼材の防食対策として期待されている。
- 補修コスト低減の観点から施工が容易な陽極システムが求められている。
- バックフィル材 兼 陽極設置材として粘着性ハイドロゲルを実装した新規陽極システムを開発
  - シート状であるため施工が容易
  - 電解質の封入による高導電性能の付与

## 開発・推進

東北大学工学研究科建設材料学研究室, 積水化成品工業(株), 復建技術コンサルタント(株)

## 参考資料等

天藤理ほか, 粘着性ハイドロゲルの鉄筋コンクリート電気防食用バックフィル材への適用.  
平成28年度土木学会全国大会・第71回年次学術講演会 (2016)

# 研究・実践集



## H 「データ」から「使える情報」へ

H-1 タブレット型記録支援端末

# タブレット型記録支援端末

過去画像と  
同アングルで撮影・その場で比較



インフラ管理用  
タブレット端末

情報分析の簡易化

報告書の  
作成迅速化



安価で扱いやすい

点検現場



インハウス

データベース化

新技術の開発

損傷箇所をその場でスケッチ



開発・推進

東北大学インフラマネジメント研究センター

参考資料等

久田他, 東北地方自治体の維持管理技術の向上, 平成26年度  
土木学会東北支部・土木技術発表会 (平成27年1月)

# 研究・実践集



## I 情報を「利活用」する

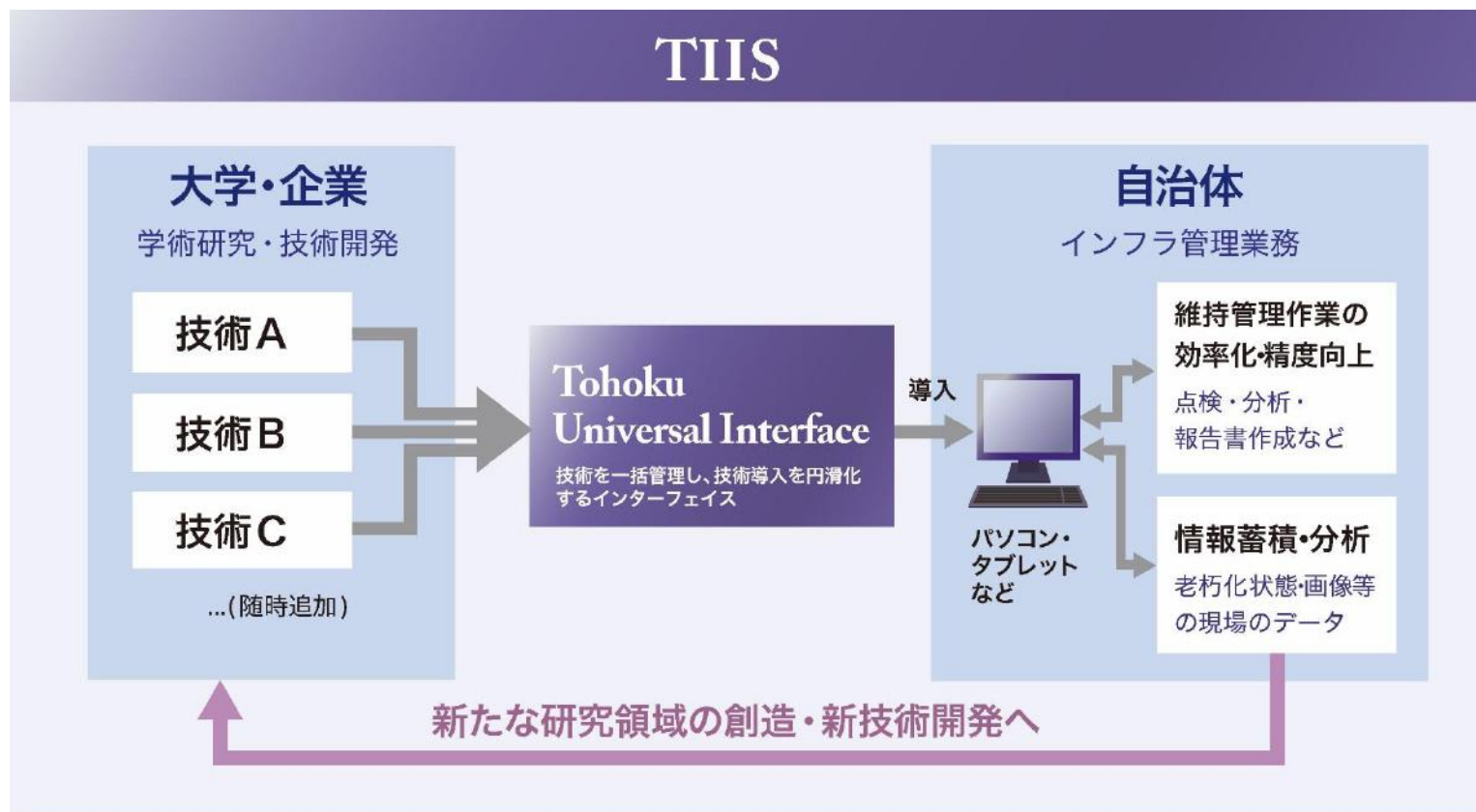
- I-1 Tohoku Integrated Information System (TIIS) の構築
- I-2 損傷評価システム
- I-3 地理空間情報可視化手法のアルゴリズム開発
- I-4 地盤情報データのプラットフォーム
- I-5 不動産価格情報提供システムの試作
- I-6 地域・都市のレジリエンスデザインのためのX-GISの開発
- I-7 リアルタイム交通モニタリングシステム



# Tohoku Integrated Information System (TIIS) の構築



TOHOKU  
UNIVERSITY



開発・推進

東北大学インフラマネジメント研究センター

参考資料等

# 損傷評価システム



- システムに専門的知識を学習させる
  - 誰でも適切な損傷評価が可能に
  - 担当者ごとの判断のばらつきを回避
  - 損傷の「気づき」を喚起
- 時間短縮とコストダウン
- 損傷画像をデータとして蓄積
  - 新たな研究材料として利用できる

開発・推進

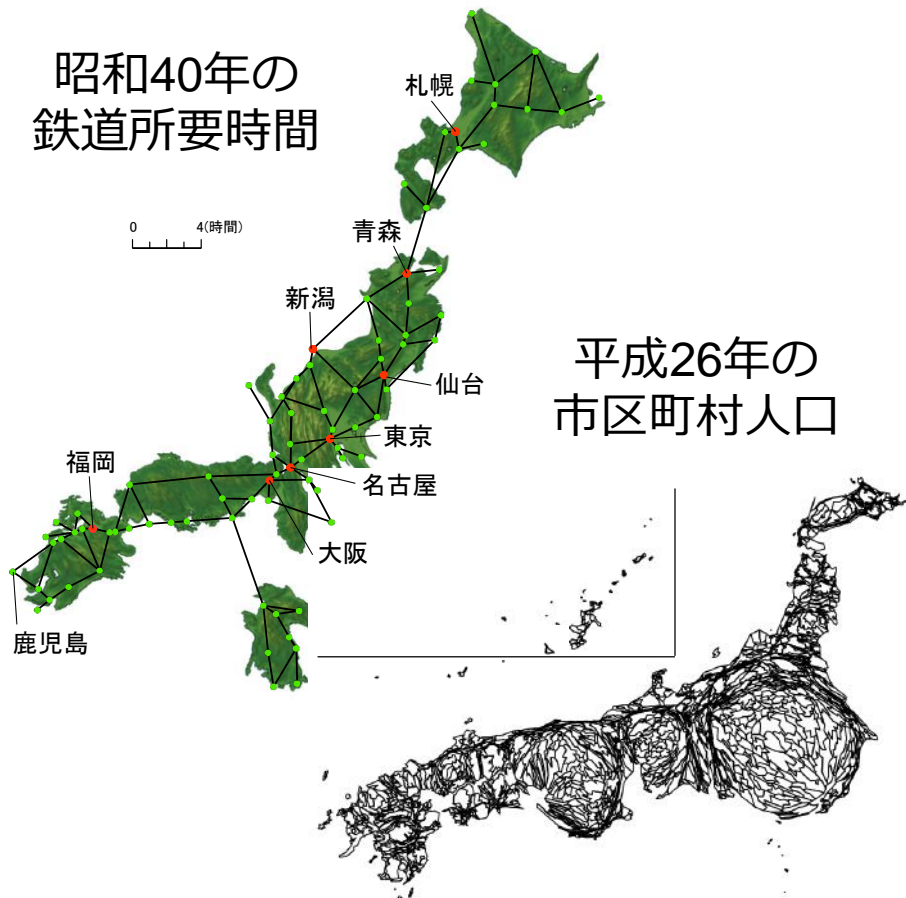
東北大学インフラマネジメント研究センター

参考資料等

久田他, ICTを活用した橋梁点検の効率化に関する取組み, コンクリートテクノ (2014年3月)

# 地理空間情報可視化手法のアルゴリズム開発

昭和40年の  
鉄道所要時間



■ 地理空間情報の可視化手法  
“カルトグラム”の  
作成アルゴリズムを開発

■ オープンガバメント/データ施策により地域の特徴を表す情報公開が進んでおり，データを活用して市民が地域の将来像を議論する際の共通認識作りに役立つと期待

開発・推進

東北大学大学院 情報科学研究科 空間計画科学研究室

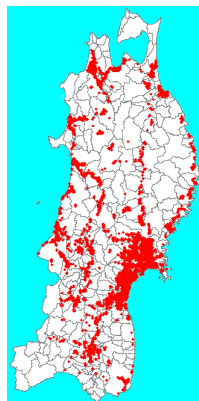
参考資料等

Inoue, R., Shimizu, E. (2006) A new algorithm for continuous area cartogram construction with triangulation of regions and restriction on bearing changes of edges. *Cartography and Geographic Information Science*. 33(2): 115-125.  
清水英範, 井上 亮 (2008) カルトグラムの作成手法と応用可能性 - 統計GISの発展と利活用に向けて -. *土木計画学研究・論文集*. 25(1): 1-15.

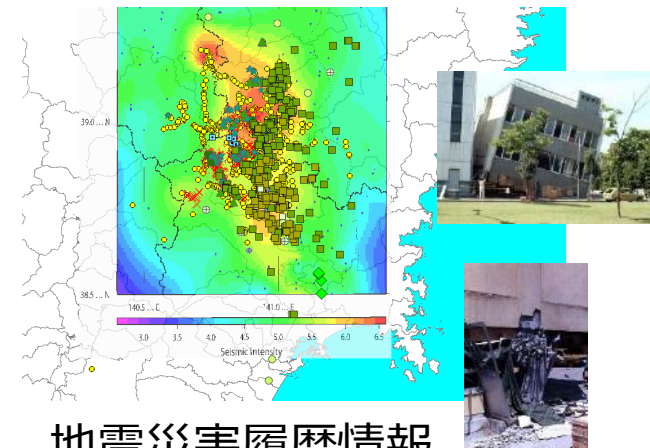
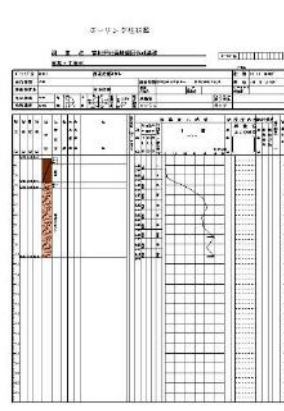
# 地盤情報データのプラットフォーム



地質情報



地盤情報



地震災害履歴情報



高度利用

公共インフラ施設の計画

地盤災害ハザード評価

宅地地盤の安全性評価

開発・推進

地盤工学会東北支部・東北地域づくり協会・東北大学インフラマネジメント研究センター

参考資料等

みちのくGIDAS - みちのく地盤情報システム - <https://tkkweb02.tohokuck.jp/rule.html>



# 不動産価格情報提供システムの試作



TOHOKU  
UNIVERSITY



- 空間統計手法に基づき任意地点の地価推定値やその変遷、および、取引された価格の水準を提供する情報サービスのパイロット版を作成
- 多くの不動産市場参加者に価格情報を提供して情報格差を減らし、不動産市場の透明性向上を目指す

開発・推進

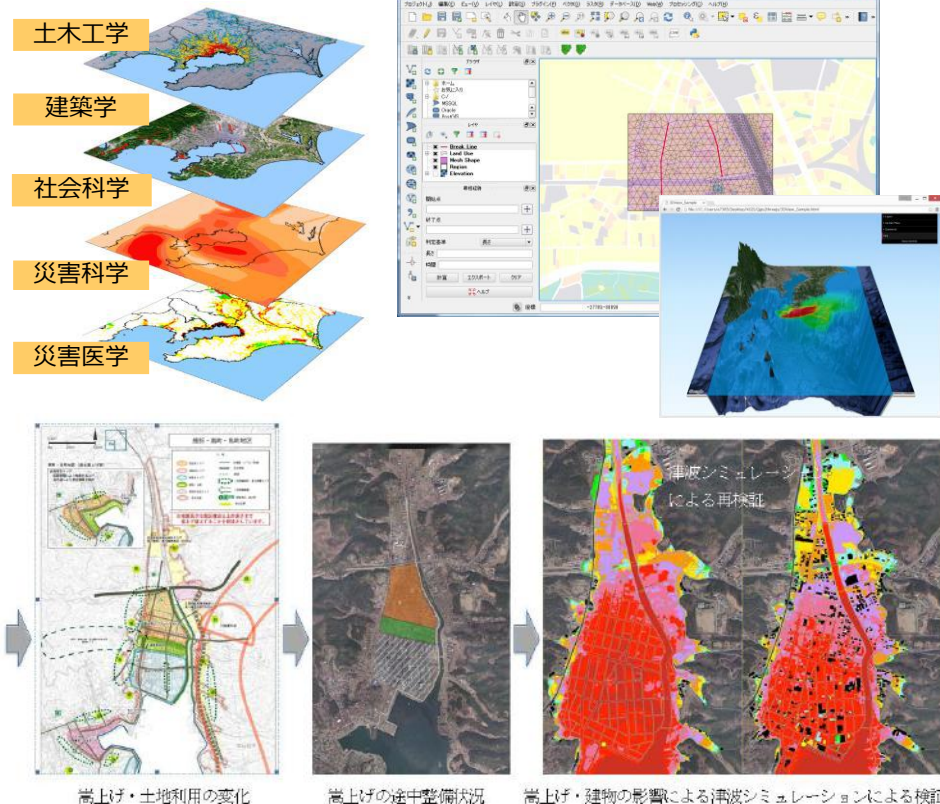
東北大学大学院 情報科学研究科 空間計画科学研究室

参考資料等

井上 亮, 杉浦綾子, 米山重昭, 中西 航 (2016) 公的地価指標と取引価格の比較に基づく地価情報提供の提案—不動産市場の透明性向上に向けて—. 土木学会論文集D3 (土木計画学). 72(1): 1-13.

# 地域・都市のレジリエンスデザインのためのX-GISの開発

## X-GIS (eXtended GIS)



- 従来のGIS（地理情報システム）シミュレーション機能を搭載
- 地理情報、シミュレーション結果、各種時間・多層空間データからなる多次元災害情報を一元管理・分析できる拡張版のGIS
- レジリエンスな地域・都市を疑似空間で検証し、実際の計画策定をサポートする。
- 防災教育などの用途にも使用可能。

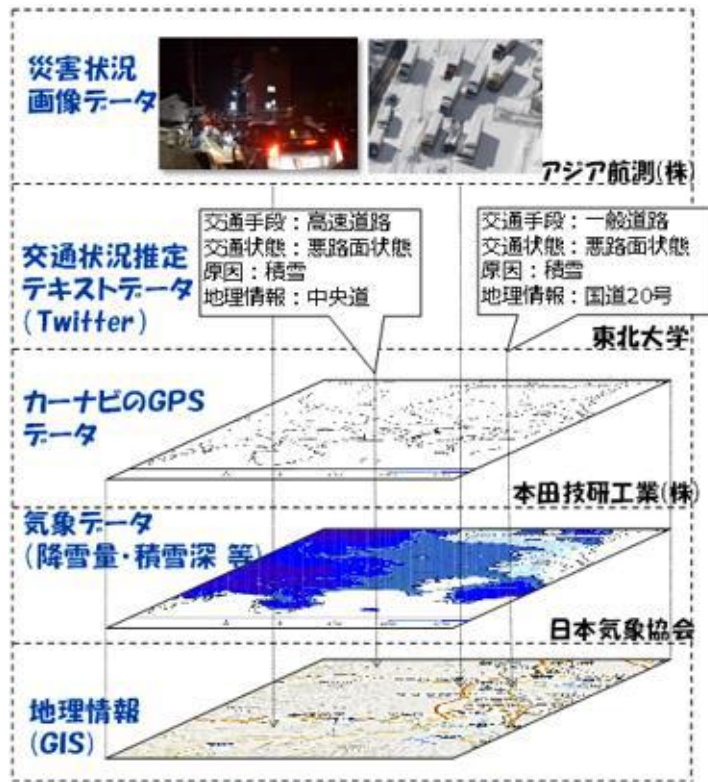
開発・推進

東北大学災害科学国際研究所 地域安全工学研究分野

参考資料等



# リアルタイム交通モニタリングシステム



多様なデータの融合・解析フロー

- 多様なデータを2次加工できるデジタルでリアルタイム収集し、渋滞・被災状況をモニタリング
- 収集したデータをリアルタイムで可視化
- 今後予想される大災害での人命救助に貢献

開発・推進

東北大学情報科学研究科 桑原研究室 (DOMINGO共同研究体)

参考資料等

Yusuke Hara, Masao Kuwahara: Traffic Monitoring immediately after a major natural disaster as revealed by probe data – A case in Ishinomaki after the Great East Japan Earthquake, Transportation Research Part A 75 (2015) 1–15

# 研究・実践集



## J 「資源循環」に貢献する

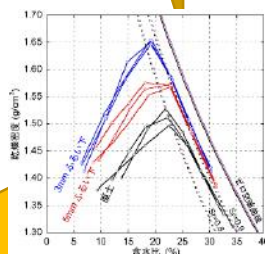
- J-1 廃棄物の地盤材料としての有効利用
- J-2 コンクリート用混和材加熱改質フライアッシュCfFA® (Carbon-free Fly Ash)

# 廃棄物の地盤材料としての有効利用

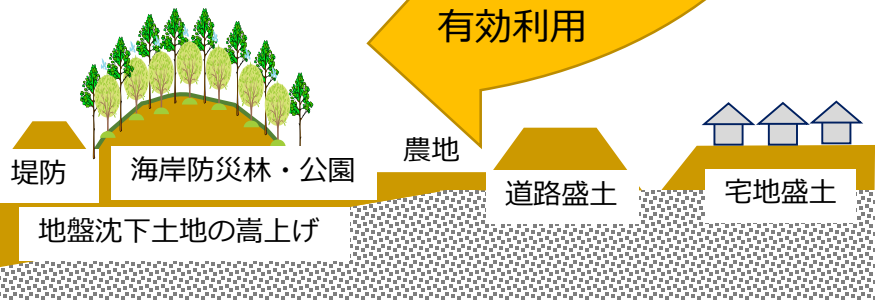
分別・処理



評価



有効利用



## ■ 震災廃棄物

→分別処理方法

→発生土の性能評価（環境適応性、工学的性質）

## ■ 産業活動に伴う廃棄物

・トンネルずり、石炭灰、鉄鋼スラグ、製紙灰など

## ■ リサイクルを促進し、新たな環境負荷を減じます。

## ■ 課題：積極利用の促進

→利用先とのマッチング、低コスト運搬

開発・推進

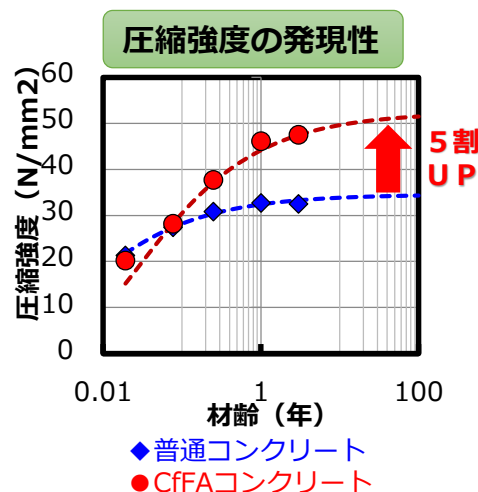
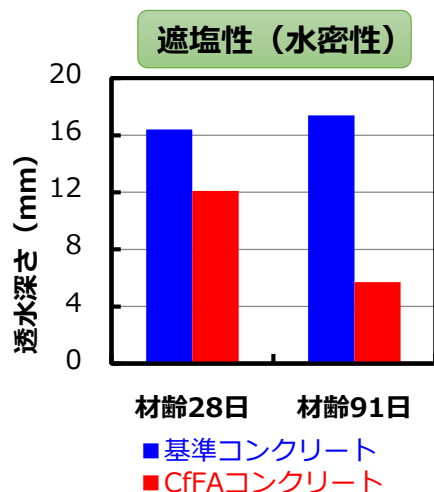
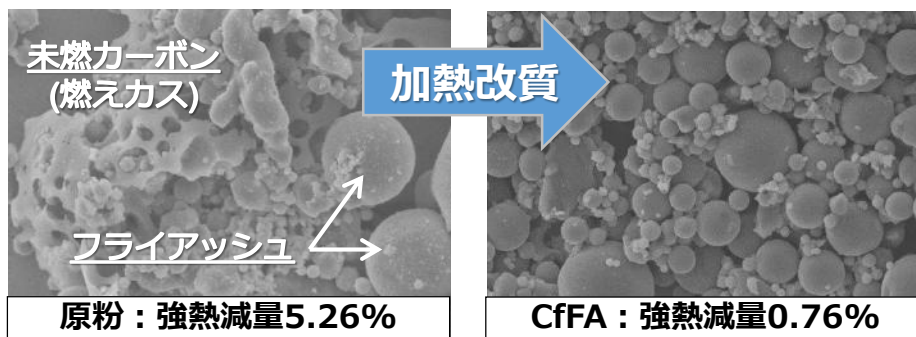
東北大学インフラマネジメント研究センター、地盤工学会東北支部資源循環研究委員会

参考資料等

風間基樹, 2011年東北地方太平洋沖地震に見る地盤工学の課題, 第11回地盤改良シンポジウム論文集, 特別講演, 日本材料学会, pp.1-20(2014.11.6)

D.Waste-Net (災害廃棄物処理支援ネットワーク) [http://www.env.go.jp/recycle/waste/disaster/d\\_waste\\_net.html](http://www.env.go.jp/recycle/waste/disaster/d_waste_net.html)

# コンクリート用混和材 加熱改質フライアッシュCfFA<sup>®</sup> (Carbon-free Fly Ash)



## ■ フライアッシュとは

- 石炭火力発電施設から排出される石炭灰で電気集塵機で捕集された灰(飛灰)
- コンクリートの材料として高耐久性を発現するなど優れた材料
- フライアッシュに含有する未燃カーボン(石炭の燃えカス)が生コン性状に悪影響を及ぼすため普及していない

## ■ CfFA(Carbon-free Fly Ash)とは

- 普及の障害となっていた未燃カーボンを燃焼除去し含有量1%以下にしたフライアッシュ(温度制御しながら均質に燃焼させる工程が技術的ポイント)
- 配合しても通常の生コンと同等の取り扱いが可能
- 高耐久、長寿命のコンクリートによる建造が可能(今後の日本のインフラ整備に貢献)

開発・推進

東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 建設材料学研究室

参考資料等

佐藤嘉昭 (大分大学) ほか, 高品質フライアッシュ (CfFA) の可能性を探る-コンクリート構造物の長寿命化に向けて, セメント・コンクリート, No.777, pp.2-12, 2011.11

# 研究・実践集

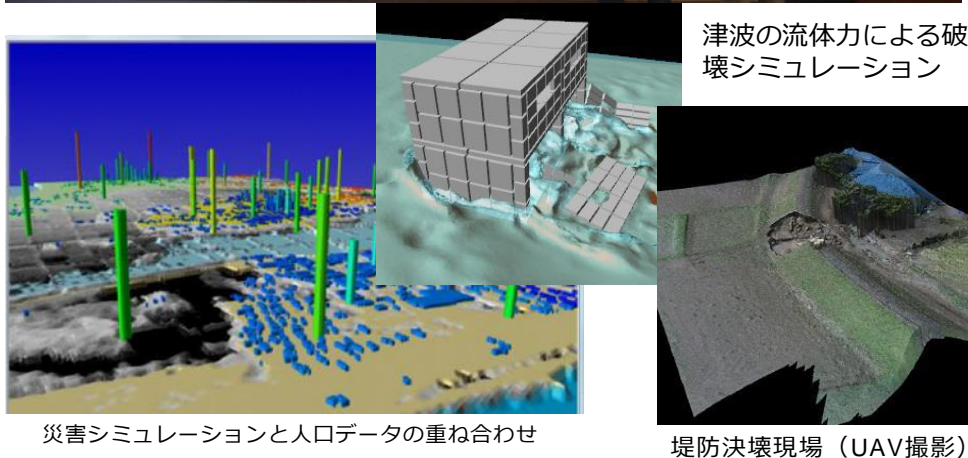
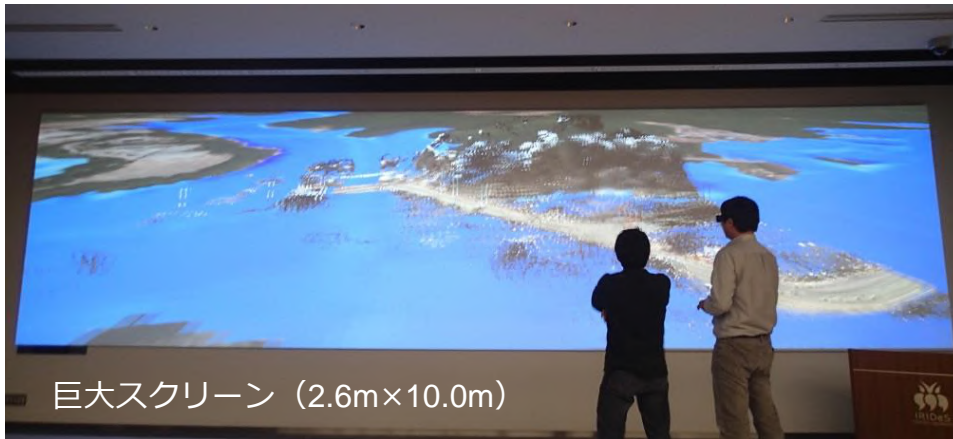


## K 災害時に役に立つ

- K-1 災害科学情報の多次元統合可視化システム
- K-2 避難支援策の設計・評価システム
- K-3 サービス供給を重視したインフラ管理者のBCP



# 災害科学情報の多次元統合可視化システム



- 自然災害に対する研究成果を、災害科学情報として集積・統合化し、重層的に3次元可視化
- 災害科学の進化、および自然災害に強い社会システムの構築のための見える化プラットフォーム
- 災害教育にも使用可能

開発・推進

東北大学災害科学国際研究所 地域安全工学研究分野

参考資料等

クリスティ・デジタル・システムズ HP 実績・導入事例  
[http://www.christiedigital.jp/casestudy/story/entry\\_201503.php](http://www.christiedigital.jp/casestudy/story/entry_201503.php)





# サービス供給を重視したインフラ管理者のBCP

## 防災と事業継続のポイント比較

防災

人員の生命・身体の安全

事業継続

物的損害の軽減

優先復旧拠点の選択

現地の  
被害復旧

現地での  
事業継続

代替地・協定  
での事業継続

被災地の地域貢献

サプライチェーン管理

情報喪失の回避

情報の継続的可用性

補強費用確保

資金繰り・投資

- インフラ管理者は、管理施設が被災した場合、早期復旧が重要だが、その前に、サービスの提供が重要業務と認識すべき。
- 左図のように、代替地や他社協定でサービス供給責任を果たすことも可能
- インフラ管理者のBCPでは、初動期、使用可否の早期判断、その情報提供、代替手段の周知を重視すべき
- 事例として、高速道路管理者、港湾管理者、空港管理者に対して、この趣旨のBCP策定指導を実施してきた

開発・推進

東北大学災害科学国際研究所丸谷研究室

参考資料等

丸谷浩明：「企業が危機事象を乗り越える必要性とその実現方策—交通企業の事業継続マネジメント—」、運輸と経済2010年1月号、pp.29-36、財団法人運輸調査局、2010