

# 塩害予防保全のための中性子非破壊塩分計

株式会社ランズビュー  
代表取締役 高村 正人

## 【共同実施者】

ランズビュー、T-RANS、理研  
理研  
オリエンタル白石

若林泰生、福地知則、池田裕二郎、大竹淑恵  
水田真紀  
大石龍太郎、渡瀬博

- ・「令和5年度 新道路技術会議 優秀技術研究開発賞 受賞研究課題」
- ・国土交通省「点検支援技術性能カタログ(橋梁・トンネル)」掲載ー技術番号:BR020032-V0023ー  
装置名:非破壊塩分検査装置「RANS- $\mu$ 」(2023年3月31日)
- ・2023年4月3日(株)ランズビュー設立。中性子塩分計RANS- $\mu$  実用化開始！  
プレスリリース [https://ransview.co.jp/20230428\\_press.pdf](https://ransview.co.jp/20230428_press.pdf)



1

## 中性子塩分計の開発背景



### 塩害

- ・コンクリート内部へ塩分(塩化物イオン)が侵入し、鋼材を腐食。
- ・外観変状が確認された時点では深刻な状態が多い。劣化が進むとコンクリート片の落下、最悪の場合は落橋も。
- ・予防保全的見地から、早期の塩分の浸透状態(塩分濃度分布)の把握が重要。

### 状態把握の現状

- ・コア採取やドリルなどによる試料収集による微破壊による方法が主流。
- ・耐荷性能への影響や採取位置からの損傷拡大が懸念されるため、あまり行われていない。
- ・外観変状が現れてから行うなど、事後保全的な場合が多い。

### 本開発の狙い

- ・事故を未然に防ぐため、事後保全から**予防保全**へ。
- ・コンクリート構造物の塩害による被害を最小限に抑えることで社会インフラに投下される資本を低減。

## 中性子塩分計

中性子を用いて、**完全非破壊**で  
コンクリート表面から鋼材までの**塩分濃度分布(深さ方向分布)**を計測し、劣化進行を把握



2

# 中性子塩分計の開発経緯

## 開発経緯

- ・塩害に対する非破壊検査装置の**早期実用化**の要請
- ・「中性子によるコンクリート塩分濃度非破壊検査の技術研究開発」(R2～R4年度 国交省新道路技術課題)の採択  
※共同研究:オリエンタル白石 研究協力:土木研究所+ニュートロン次世代システム技術研究組合(T-RANS)  
→**中性子塩分計の開発へ**

## 装置の 要求性能

- ・コンクリート内の塩分を現場(屋外)で**非破壊**で計測し、その場で分析可能
- ・橋梁点検車に搭載可能なポータブルな装置
- ・誰でも使用可能(特別な資格不要)
- ・かぶり7cm、1時間以内、塩分濃度1kg/m<sup>3</sup>、塩分濃度分布(3点)の取得

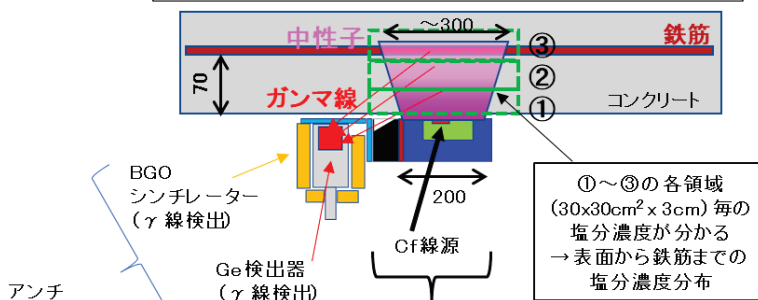
## R5年度より 実用化

- ・国土交通省「点検支援技術性能カタログ(橋梁・トンネル)」に申請し、掲載されること  
→**2023年3月31日に掲載**



# 中性子塩分計の概要

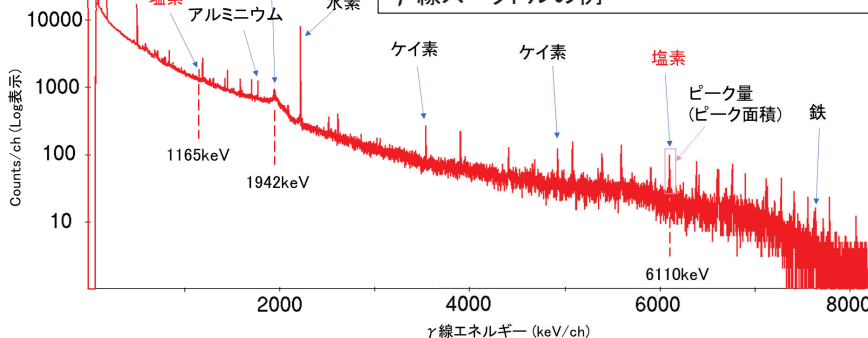
## 中性子塩分計による非破壊塩分測定イメージ



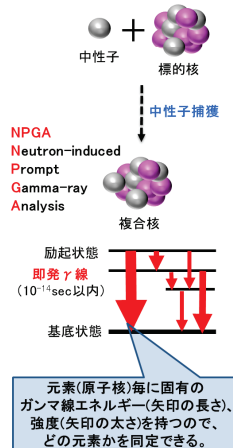
## 中性子塩分計の特徴

- ・中性子誘導即発ガンマ線を利用した複数元素同時分析
- ・物質中の透過力が高い中性子とガンマ線を利用
  - ✓コンクリート中の塩分を**非破壊**で計測可能
  - ✓計測前処理が不要
  - ✓同一計測箇所の時経変化を追える
- ・カリフォルニウム線源(RI中性子源、表示付き認証機器)を利用
  - ✓小型化を可能とし、ポータブルな装置
  - ✓誰でも使用可能(特別な資格不要)
- ・深さ方向の塩分濃度分布を3分割で計測

## 塩を添加したコンクリートの計測で得られた γ線スペクトルの例



## 中性子誘導即発γ線分析



# 中性子塩分計の構成

中性子+ガンマ線遮蔽

中性子線源 (Cf線源)

カリフォルニウム(Cf)線源

ゲルマニウム半導体γ線検出器

高S/N用アンチコインシデンスセンサーシステム

中性子源+ガンマ線遮蔽

アンチコンプトンシールド

その場で塩分濃度表示

最終組立図(上向き)

バケット搭載用パーツ

ガンマ線検出器

横向きでの使用例

- ・バケット内に手渡して組立可能なように、10kg前後のパーツに分割。
- ・工具無しに組立可能。

# 実橋梁計測結果 (例)

実施場所	測定部位	時期	RANS-μ 測定結果	測定時間	参照結果 (電位差測定)
室内 (理研中性子工学施設内)	0, 1.0, 1.8, 3.0, 6.0kg/m <sup>3</sup> に調整したコンクリートプレートを用いた、塩分検出感度や検量データなどの取得				
秋田県荒磯大橋 (土木研究所敷地内)	桁下端の側面	2021年12月	5.7 kg/m <sup>3</sup> ※1	15分	5.72 kg/m <sup>3</sup> ※2
新潟県能生大橋 (土木研究所敷地内)	桁下端の側面	2021年12月	3.1 kg/m <sup>3</sup> ※1	30分	3.27 kg/m <sup>3</sup> ※2
福島ロボットテストフィールド (福島県南相市)	耳桁下面 (3kg/m <sup>3</sup> 塩分含有サンプル貼り付け)	2021年12月	2.9 kg/m <sup>3</sup> ※1	1時間	3.0 kg/m <sup>3</sup>
宮城県綱木二道橋 (宮城県仙台市)	桁下面	2022年9月	1 kg/m <sup>3</sup> 以下	30分	0.11 kg/m <sup>3</sup> ※2

※1: 深さ0~9cmまで濃度一定とした推定

※2: 平均値

コンクリートプレートを用いた室内試験

荒磯大橋の撤去桁

塩分計

Cf線源部+ガンマ線検出部

水平計測タイプ ※上下、前後に移動可能

福島ロボットテストフィールド試験橋梁

コンクリート供試体 30×30cm<sup>2</sup> 厚さ3cm

コンクリート橋の耳桁に塩分濃度3kg/m<sup>3</sup>のコンクリート供試体を設置

バケット上での耳桁の塩分計測 (60分間) (塩分濃度3kg/m<sup>3</sup>コンクリート供試体を使用)

塩分計による計測@綱木跨道橋

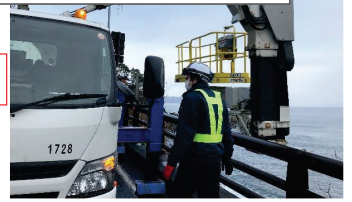
塩分計測30分。塩分検出無し。



# 実橋梁計測@2022年12月 安家大橋(岩手県)での塩分濃度計測試験



バケット式橋梁点検車  
BT-200



実橋梁で、橋梁点検車を用いて、非破壊塩分検出・濃度推定に世界で初めて成功

- <トピック>
- ・中性子塩分計による塩分濃度計測
  - ・ドリル削孔による塩分濃度計測との比較
  - ・バケット式橋梁点検車(BT200)
  - ・片側車線規制
  - ・天候:小雨(小雪)、気温:4°C
  - ・橋梁調査会による視察(カタログ審査)

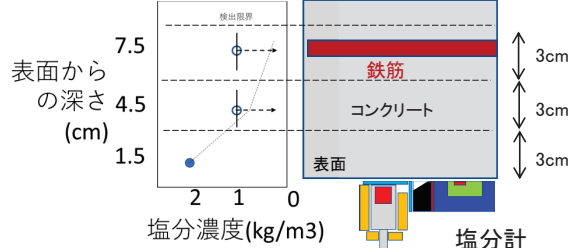
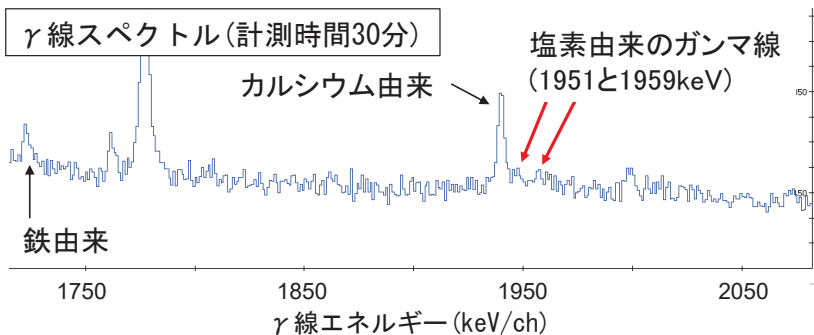


- ご協力:
- ・東北地整
  - ・東北地整 久慈出張所
  - ・三陸国道事務所

# 実橋梁計測@2022年12月 安家大橋(岩手県)での塩分濃度計測試験



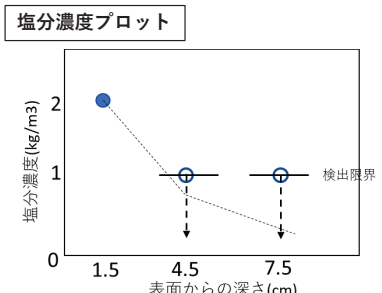
実橋梁で、橋梁点検車を用いて、非破壊塩分検出・濃度推定に世界で初めて成功



- ・計測結果
- 3cm深さ毎の塩分濃度分布
  - 0cm-3cm : 2.1kg/m<sup>3</sup>
  - 3cm-6cm : 検出限界以下(1.0kg/m<sup>3</sup>以下)
  - 6cm-9cm : 検出限界以下(1.0kg/m<sup>3</sup>以下)
- ・内部鋼材(鉄元素)の検出。  
→かぶり厚の検証法の検討を予定している

中性子塩分計 計測結果	参照結果 (電位差滴定)
0~3cm: 2.1 kg/m <sup>3</sup>	0~3cm: 1.5 kg/m <sup>3</sup>
3~6cm: 1 kg/m <sup>3</sup> 以下	3~6cm: 0.35 kg/m <sup>3</sup>
6~9cm: 1 kg/m <sup>3</sup> 以下	6~7cm: 0.34 kg/m <sup>3</sup>
(参考※1: 1.1 kg/m <sup>3</sup> )	参考: 0.80 kg/m <sup>3</sup> ※2

※1: 深さ0~9cmまで濃度一定とした推定 ※2: 平均値



# 中性子塩分計の実用化、 予防保全を目指した動き

- ・ニュートロン次世代システム技術研究組合(T-RANS)の活動により、  
中性子による非破壊査技術の標準化に向けた取り組みを実施中。(2020年9月より)
- ・(株)ランズビューを設立(2023年4月3日)  
→ 中性子塩分計を用いた非破壊塩分計測の実用化開始。塩害に対する予防保全に貢献する。  
※将来的には中性子塩分計や塩害に限らず、中性子による非破壊検査技術を用いた貢献を目指す。
- ・直轄国道での塩化物イオン量計測について、  
「点検支援技術性能カタログ」掲載技術の活用を原則化する通達有り。  
※2023年3月31日付けの各地方整備局道路管理課宛て事務連絡。  
→カタログ掲載技術である本装置が貢献可能。
- ・2023年4月より、T-RANS所属の各コンサルタント社様、各地方整備局様、地方自治体様経由で、  
実橋梁での中性子塩分計を用いた非破壊塩分計測が始まっている。※2023年10月時点で、計9橋・24ヶ所の計測。  
(脱塩前後の定点塩分濃度変化観測、塩害点検の一環、本装置(新技術)の試験、船上からアクセスしての計測試験など。)
- ・カタログ経由での問い合わせ有り。

9

## 中性子塩分計のまとめと今後の課題

### まとめ

- ・Cf線源を利用した非破壊塩害検査装置「中性子塩分計」、及び塩分濃度検査システムを開発した。
- ・実橋梁や塩害撤去桁による従来法との比較計測を実施し、従来技術と一致した。
- ・国土交通省「点検支援技術性能カタログ(橋梁・トンネル)」に2023年3月31日に掲載された。
- ・(株)ランズビューを2023年4月3日に設立し、塩害予防保全に向けて動き始めた。

### 今後

- ・中性子塩分計の改良(使いやすさ、測定精度向上、ニーズに合わせた改良など)
- ・様々な計測状況に応じた補正法の確立。
- ・実橋梁での計測実績を増やしていく。  
※2023年4月より、実橋梁を計9橋・24ヶ所の計測を行った。

本研究(の一部)は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議の技術研究開発制度により、国土交通省東北地方整備局の委託研究「中性子によるコンクリート塩分濃度非破壊検査の技術開発」によって実施されました。また、本研究の計測場所は土木研究所様に提供いただきました。ここに、深く感謝の意を表します。

# 現場で活躍する中性子 非破壊計測

## 理研小型中性子源システム RANSプロジェクト

### RANS-RIKEN Accelerator-driven compact Neutron Systems

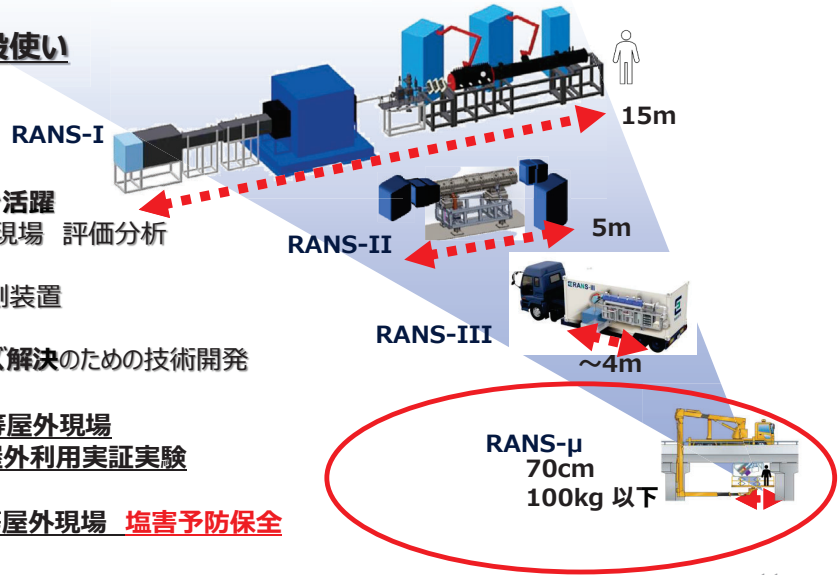
**RANS**目標：研究現場で普段使い

**RANS-II**目標：非破壊計測現場で活躍  
据置型（普及型）モデル：ものづくり現場 評価分析  
中性子CT装置  
中性子非破壊深部**応力**計測装置

**可搬型**屋内試験：屋外現場のニーズ解決のための技術開発

**RANS-III**目標：橋梁、高速道路等屋外現場  
**可搬型** 屋外利用実証実験

**RANS-μ**目標：橋梁、高速道路等屋外現場 **塩害予防保全**



# RANSが目指す社会貢献

#### コンクリート構造物 劣化評価

インフラ非破壊観察  
コンクリート内部非破壊

床版劣化可視化：  
反射・散乱イメージング

塩分濃度 深さ分布  
非破壊観察

#### 小型中性子源

いつでもどこでも中性子線利用

RANS-I：約15m、25ton MeV~meV  
据置用小型モデル  
RANS-II：約5m 5ton以下 500keV~meV  
高度化小型化

#### 非破壊観察マルチマテリアル 腐食・接着・接合

鋼材塗膜下腐食と水の動きの可視化定量化

鋼材 腐食 3D可視化

コンクリート供試体  
水分吸収非破壊観察

#### コンクリート内部塩分検出元素分析

即発γ線分析法

コンクリート塩分非破壊検出

#### 構造材料開発 応力へ

残留オーステナイトの場評価  
J-PARC 1%精度一致

現場で新材料開発へ

現場で応力計測可能へ

現場で加工性向上へ



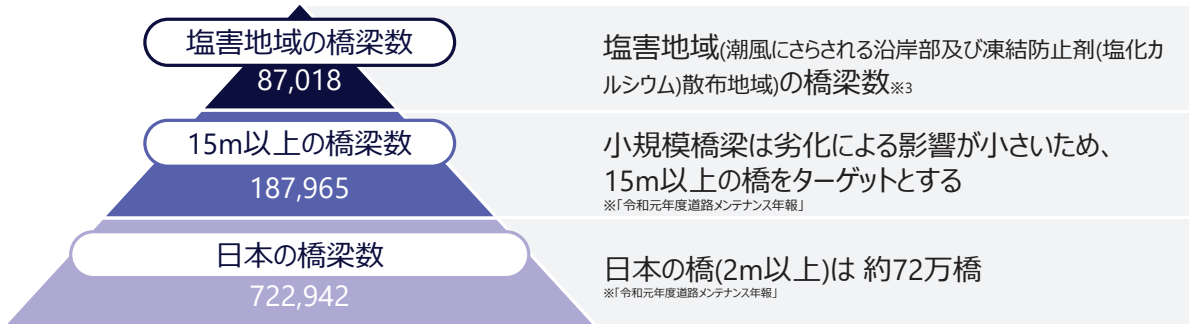


会社名	株式会社ランズビュー
所在地	埼玉県和光市南二丁目3番13号 和光理研インキュベーションプラザ405
設立日	2023年4月3日
資本金	20,415千円
業務内容	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 非破壊検査技術による計測サービス</li><li>・ 非破壊検査装置の研究開発、販売、レンタル</li><li>・ 非破壊検査技術を用いたコンサルティング</li><li>・ 非破壊検査技術に付帯する数値解析及びソフトウェア開発</li><li>・ データプラットフォームの構築、販売</li><li>・ 前各号の業務を行うための調査研究及び人材育成</li><li>・ 前各号により生じた知的財産権の管理、活用並びにその活用に伴うサービス提供</li><li>・ 前各号に付帯する一切の事業</li></ul>

## 理念

小型中性子源を用いた  
日本発の非破壊検査技術により  
新たなインフラマネジメントを実現し  
安心・安全な社会の創出に貢献する

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{塩害地域の橋梁数} \\ \hline \mathbf{87,018 \text{ 橋}} \\ \hline \end{array} \div \begin{array}{|c|} \hline \text{塩害特定点検} \\ \text{要領の点検周期} \\ \hline \mathbf{10 \text{ 年}} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{塩害点検対象} \\ \hline \mathbf{8,700 \text{ 橋/年}} \\ \hline \end{array}$$



※1「予防保全による効果」(国土交通省)より算出  
 ※2 当社ヒアリング結果より  
 ※3「令和元年度道路メンテナンス年報」(国土交通省)「高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会 第3回委員会資料」(NEXCO東日本)及び当社調査より推計

## 協力関係

### ニュートロン次世代システム技術研究組合



技術の「標準化」を実現する  
技術研究組合(国交省許認可)

- 建設・建設コンサル・放射線企業・研究機関が参画
- 本技術の標準化に向け、活動中
- 活動成果として「点検支援技術性能カタログ」RANS-μを掲載(2023/3/31)

【T-RANS参画企業】  
 理研、東工大、オリエンタル白石、クリアパルス、千代田テクノル、福山コンサルタン  
 ト、パシフィックコンサルタンツ、大日本ダイヤコンサルタント、ジャスト、ランズビュー



建設・土木等の関連企業と  
バリューチェーンを構築

- 創業前から長年にわたり信頼関係を構築
- 実証実験・顧客紹介等の協力

国土交通省からの「通達」により  
実質的に利用可能な唯一の技術に

2023年3月国土交通省から国の橋梁管理者に「塩化物イオン量計測」について「点検支援技術性能カタログ」掲載の技術での計測を原則化する通達が発出。→RANS-μはカタログ掲載されている唯一の技術



ご清聴ありがとうございました

