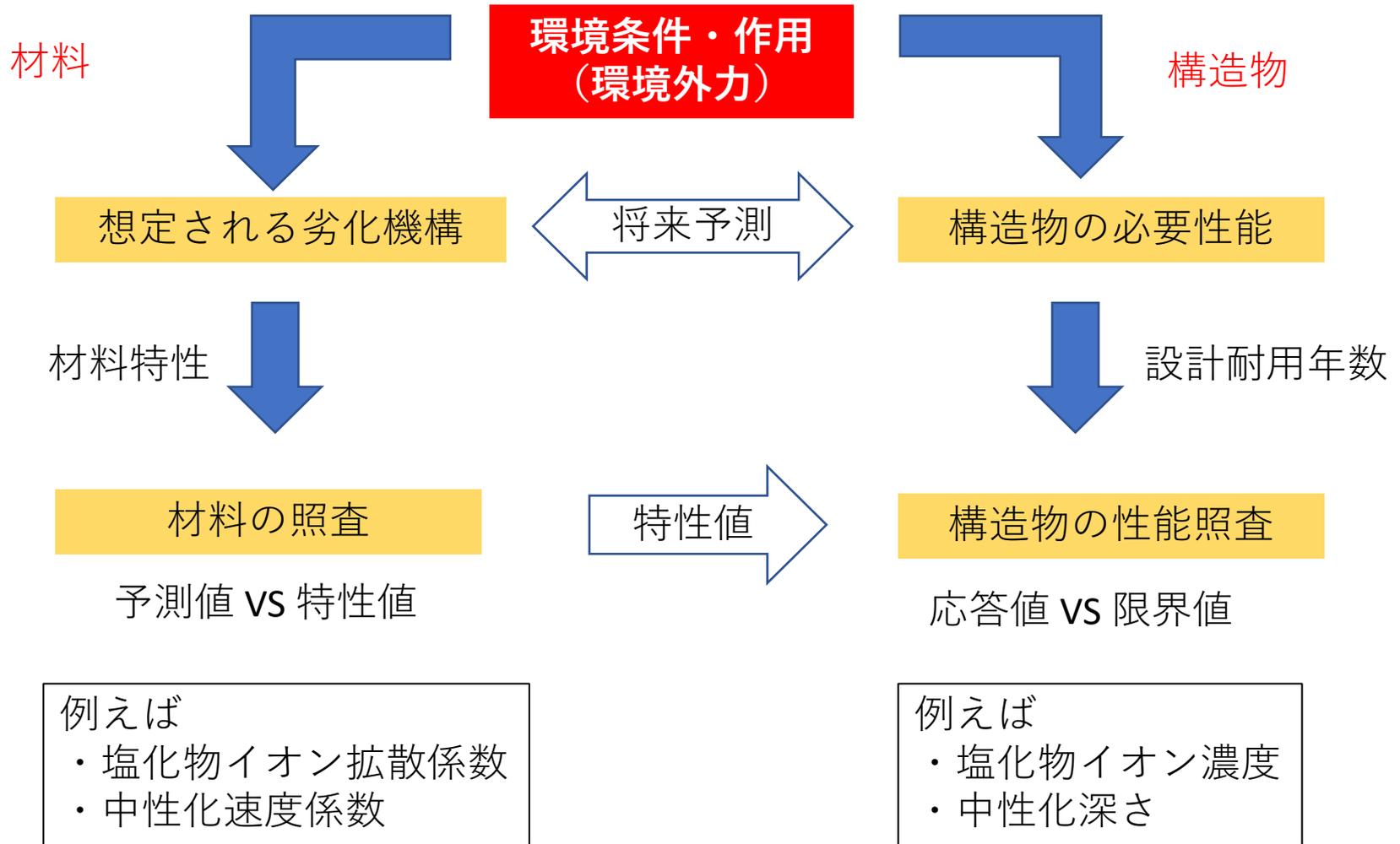


第48回プレストレストコンクリート技術講習会 特別講演⑨

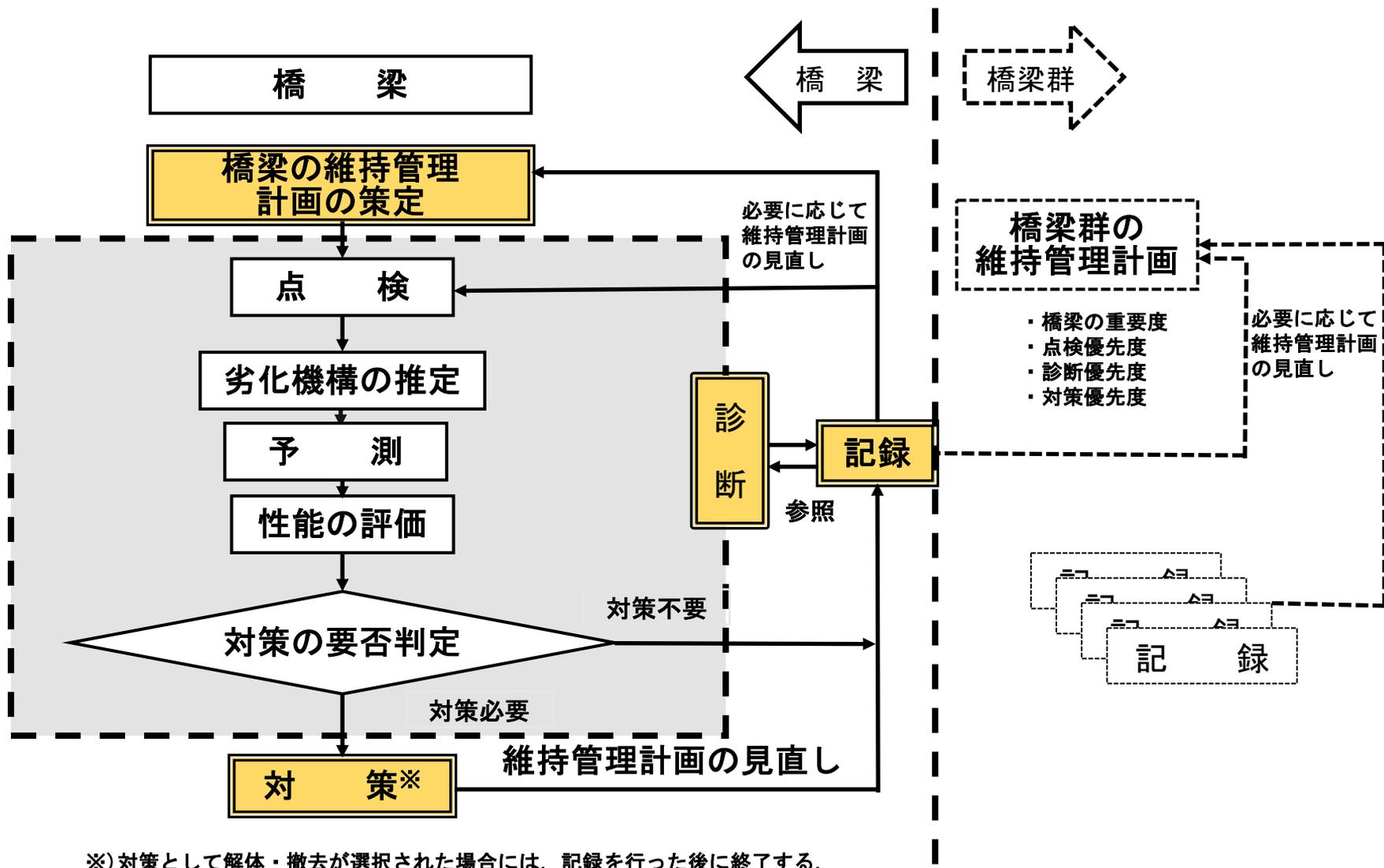
コンクリート構造物の耐久性照査と 環境外力評価の課題

鹿児島大学学術研究院
海洋土木工学プログラム担当
教授 山口 明伸

構造物の耐久性照査の概念



構造物の維持管理の流れ



環境外力に関する情報が重要

塩害に関する環境外力評価

塩害に関する環境外力評価

コンクリート内部

外力(飛来塩分)



鉄筋腐食

マクロ環境
地域の気象



ミクロ環境
部位・部材

メソ環境
構造物の周辺環境

<環境外力評価手法の確立とその活用>

□ マクロ・メゾレベルの環境外力評価

塩害環境と一般環境の2種類



必要十分な環境区分設定

- ◆ 環境外力に応じた区分
- ◆ 地形・標高、風向・風速

□ ミクロレベルの環境外力評価

5年に一度の近接目視点検



効果的・効率的な点検

- ◆ 塩分が付着しやすい部位
- ◆ 水掛かりの影響評価



構造物群の劣化進行予測と実効的な維持管理

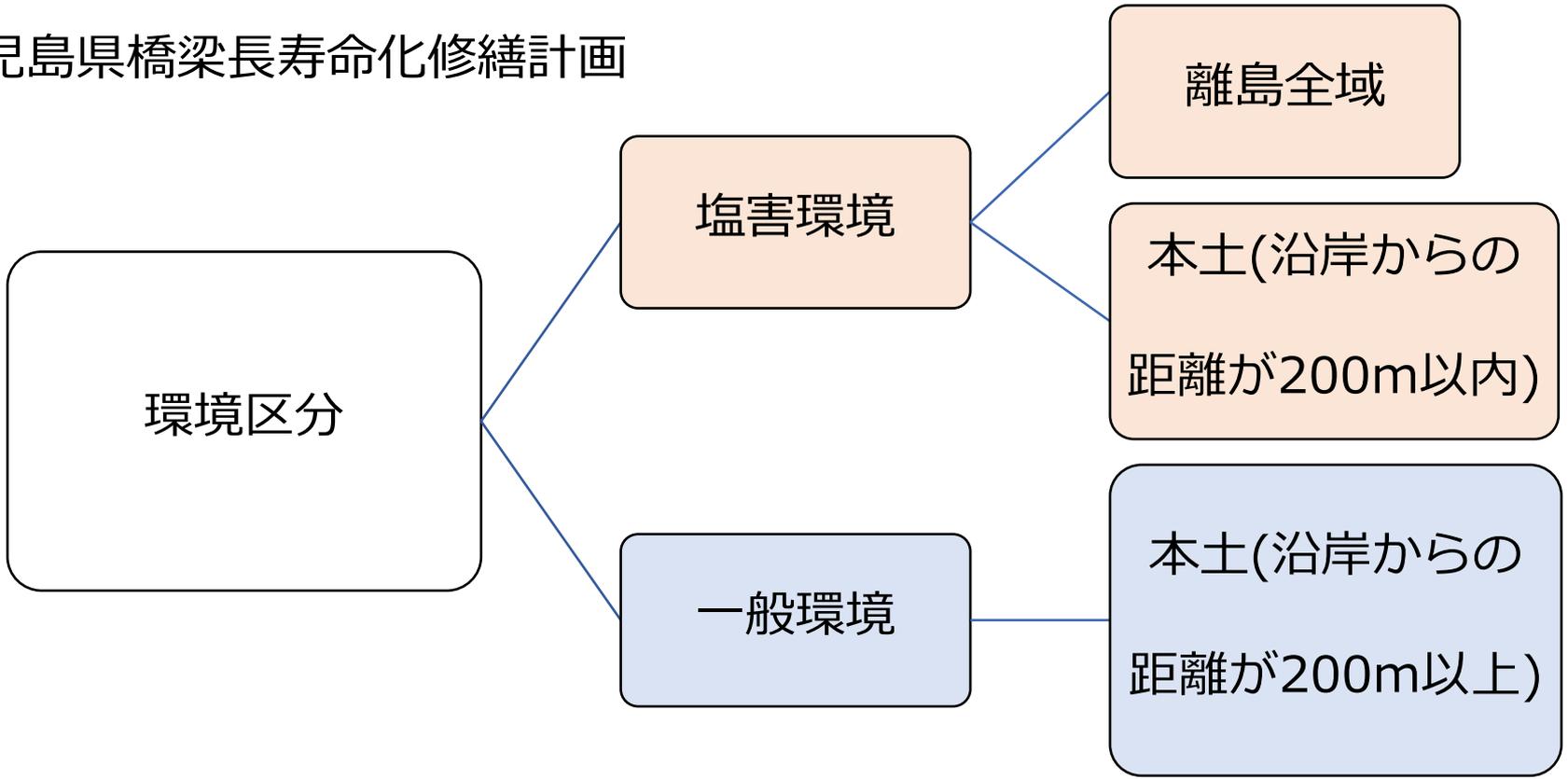
コンクリート構造物の耐久性照査と 環境外力評価の課題

- (1) マクロ環境外力の評価手法に関する検討
 - (2) ミクロ環境外力の評価手法に関する検討
 - (3) 実務への適用例 -甕大橋維持管理計画-
- (付録) 鹿児島大学における関連活動の紹介

(1)マクロ・メゾ環境外力の評価手法 に関する検討

はじめに

鹿児島県橋梁長寿命化修繕計画



考慮すべき事項

- 河川の遡上
- 地形
- 気象条件



本研究の目的

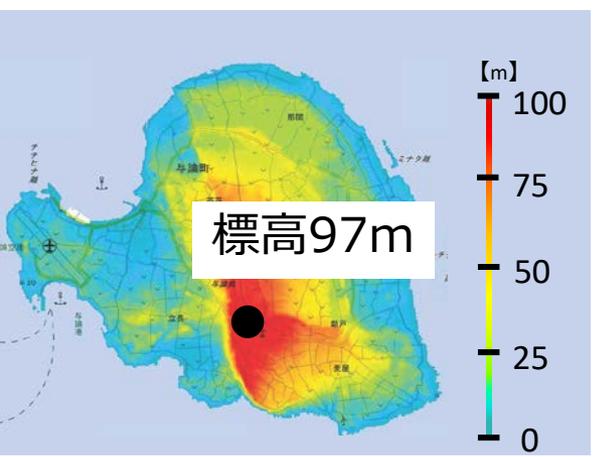
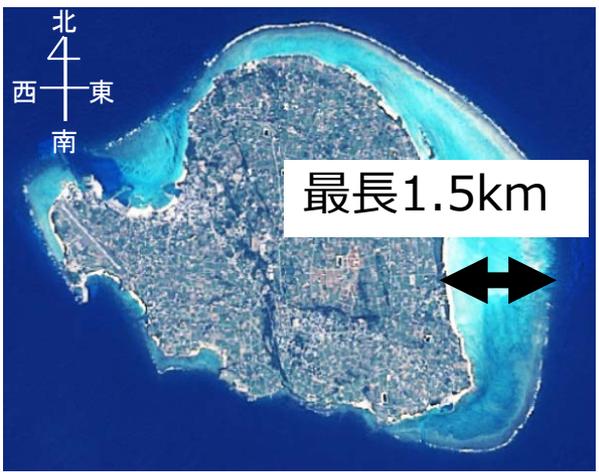
気象や地形などのメゾ環境レベルでの劣化外力評価を行い、塩害劣化予測の指標の一つとする

調査概要

離島全域

与論島

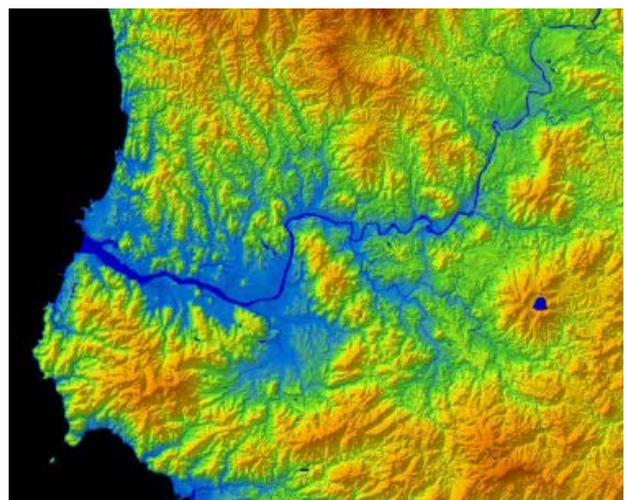
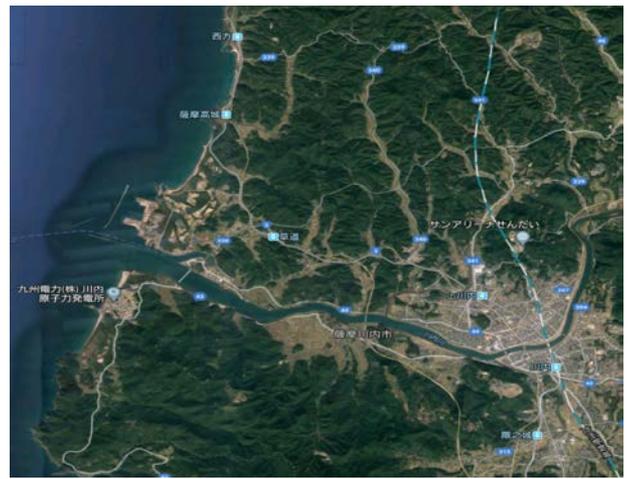
- ◆ 海風の影響
- ◆ 標高



鹿児島県本土

薩摩川内市

- ◆ 海水の遡上
- ◆ 風の影響



調査期間

与論島

調査期間1：2018年7月7日～2018年11月29日(以下，夏～秋)

調査期間2：2018年11月29日～2019年5月14日(以下，冬～春)

薩摩川内市

調査期間1：2018年9月5日～2018年11月2日(以下，秋)

調査期間2：2018年12月10日～2019年8月13日(以下，冬～夏)

与論島・薩摩川内市それぞれ二つの調査期間で捕集された飛来塩分量を基に飛来塩分分布図を作成し，風配図，標高図と比較することで環境外力の分析を行う

調査結果

与論島

調査期間1：2018年7月7日～2018年11月29日(以下, 夏～秋)

調査期間2：2018年11月29日～2019年5月14日(以下, 冬～春)

薩摩川内市

調査期間1：2018年9月5日～2018年11月2日(以下, 秋)

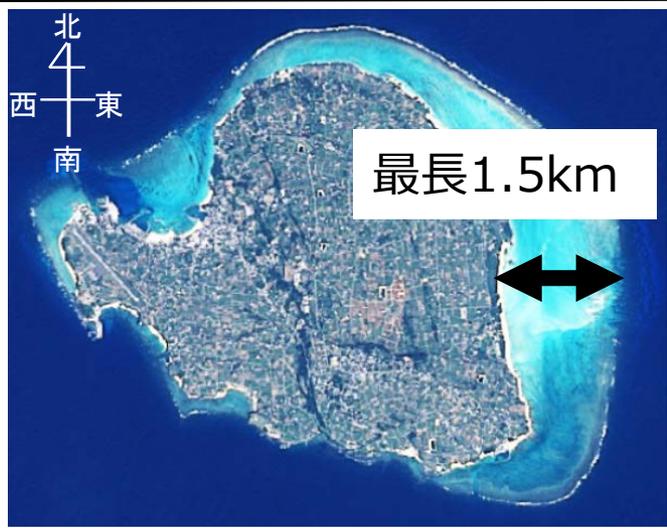
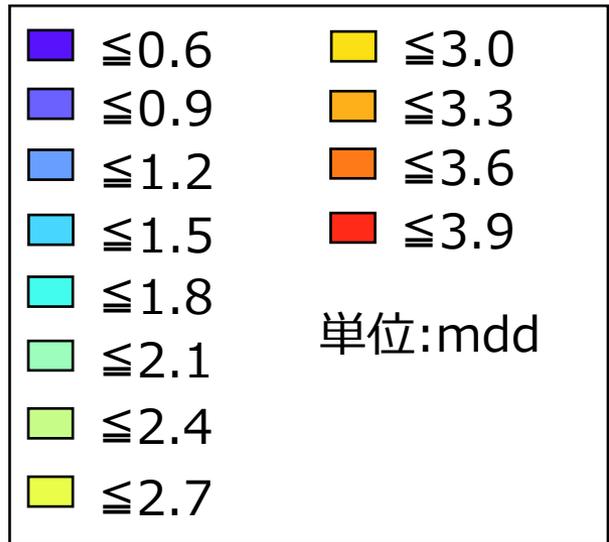
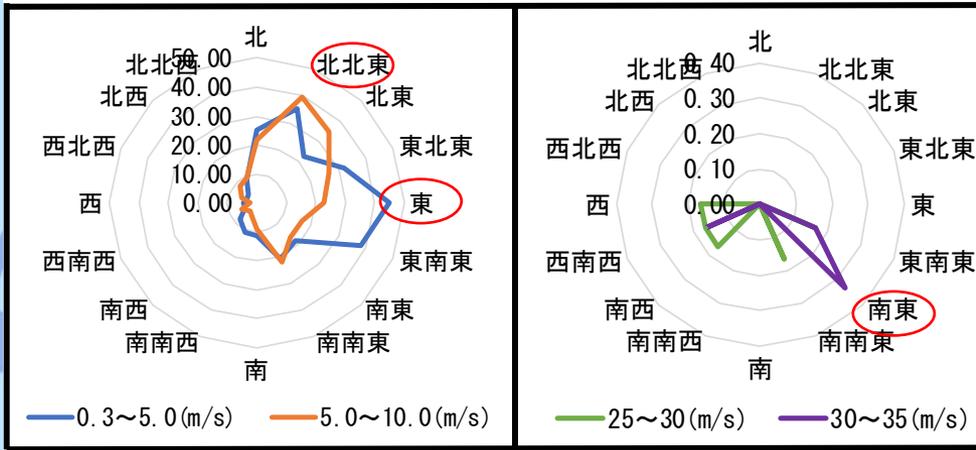
調査期間2：2018年12月10日～2019年8月13日(以下, 冬～夏)

与論島・薩摩川内市それぞれ二つの調査期間で捕集された飛来塩分量を基に飛来塩分分布図を作成し, 風配図, 標高図と比較することで環境外力の分析を行う

調査結果(与論島)



風配図

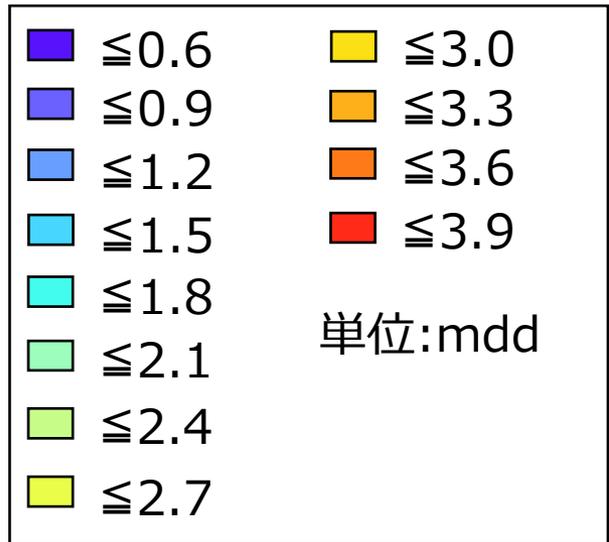
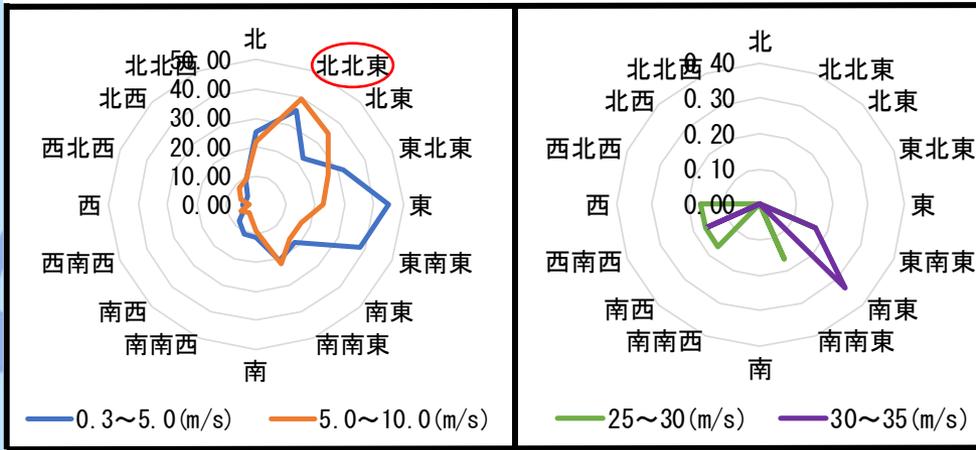


・北北東、南東の風が卓越しており、島北東部、島南東部の飛来塩分量が多くなっているが、東風が卓越しているが島東部の飛来塩分量は少ない

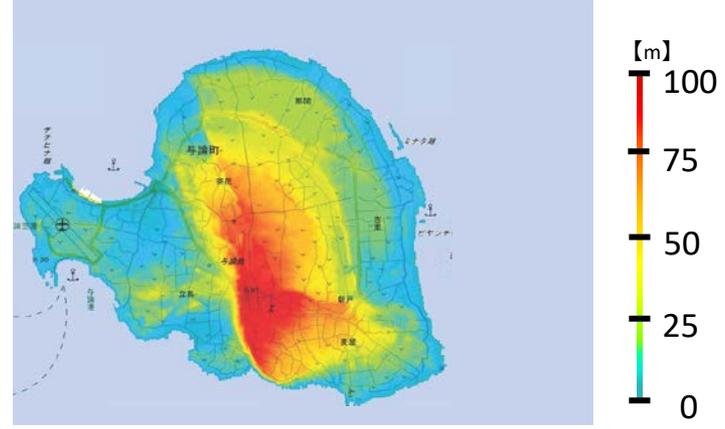
調査結果(与論島)



風配図

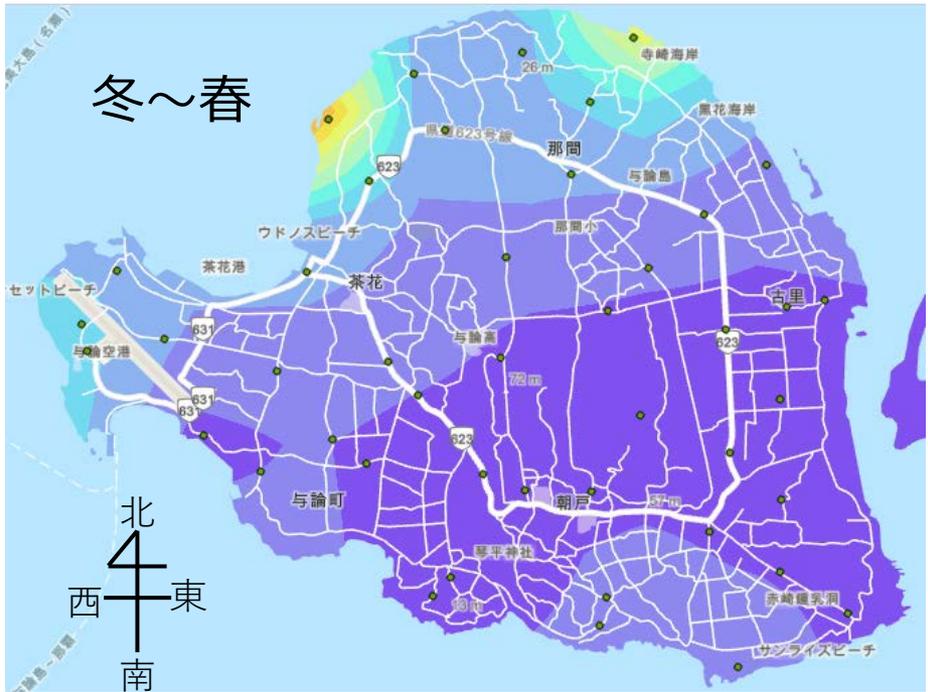


標高図

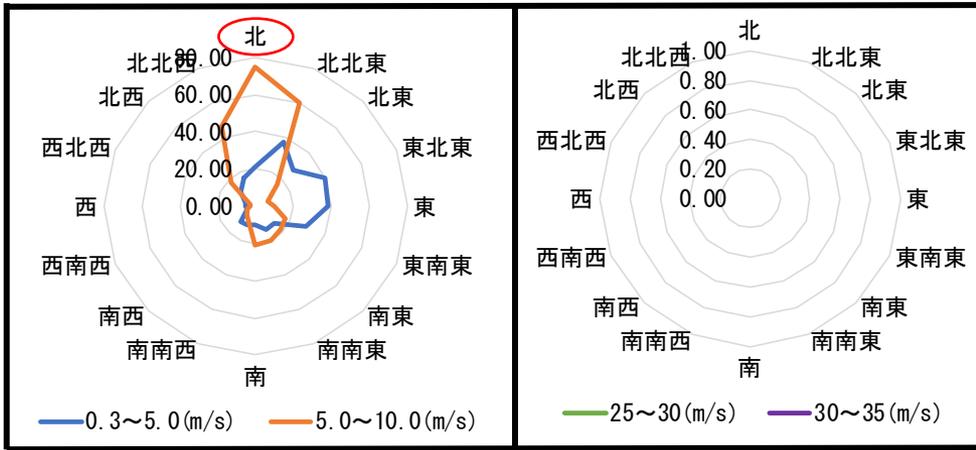


・北北東，南東の風が卓越しており，島北東部，島南東部の飛来塩分量が多くなっているが，東風が卓越しているが島東部の飛来塩分量は少ない

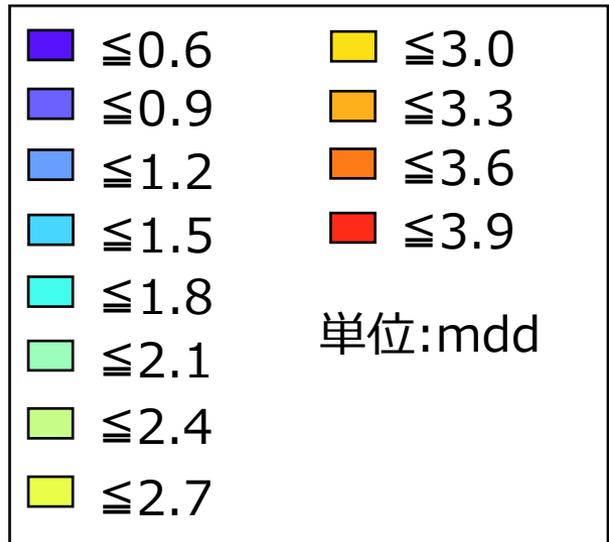
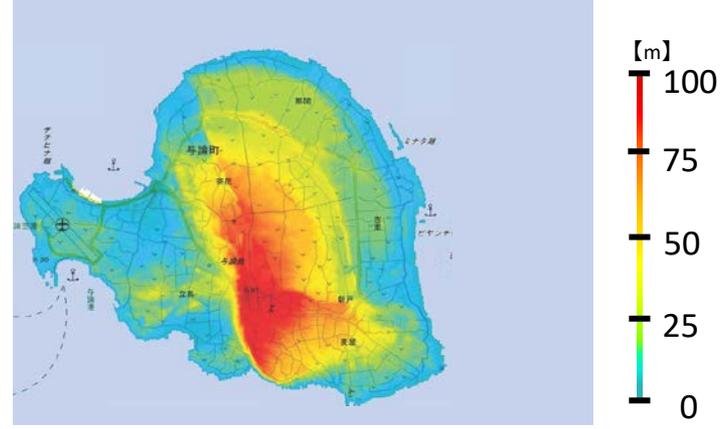
調査結果(与論島)



風配図



標高図



・北風が卓越していることで、島北部の飛来塩分量が多くなっている

調査結果(与論島)



単位:mdd

- ・ 島北部に年間を通じて塩害が厳しい環境がある
- ・ 内陸部は比較的、飛来塩分量が少ないため、塩害による被害が少ないと推察できる



離島全域を塩害領域としてひとまとめに考えることは適切ではない

調査結果

与論島

調査期間1：2018年7月7日～2018年11月29日(以下, 夏～秋)

調査期間2：2018年11月29日～2019年5月14日(以下, 冬～春)

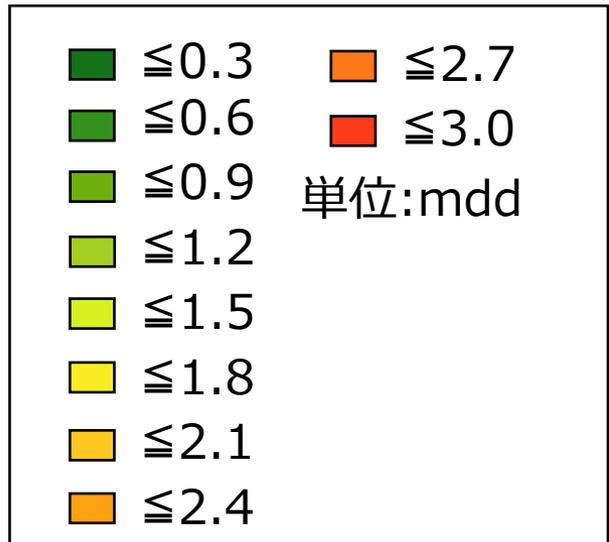
薩摩川内市

調査期間1：2018年9月5日～2018年11月2日(以下, 秋)

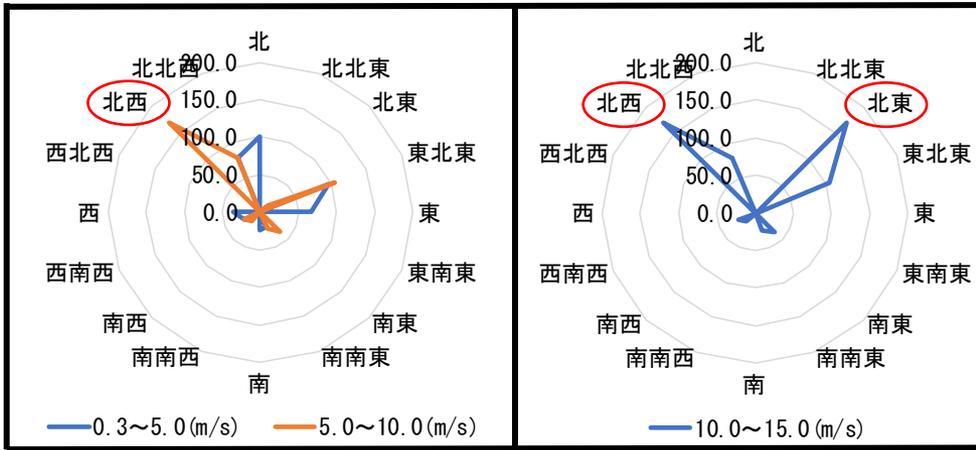
調査期間2：2018年12月10日～2019年8月13日(以下, 冬～夏)

与論島・薩摩川内市それぞれ二つの調査期間で捕集された飛来塩分量を基に飛来塩分分布図を作成し, 風配図, 標高図と比較することで環境外力の分析を行う

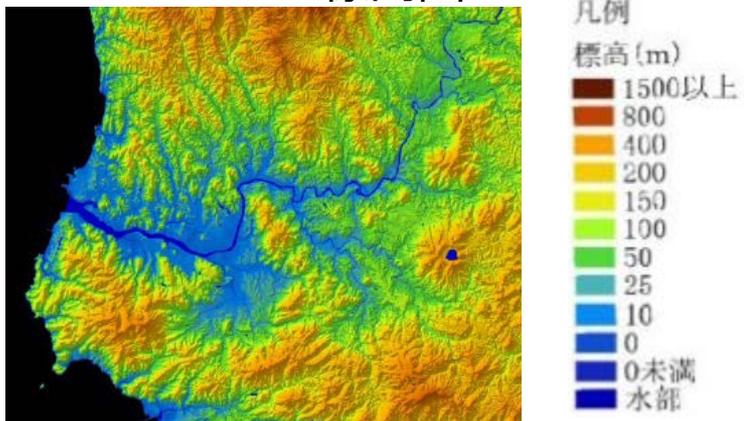
調査結果(薩摩川内市)



風配図

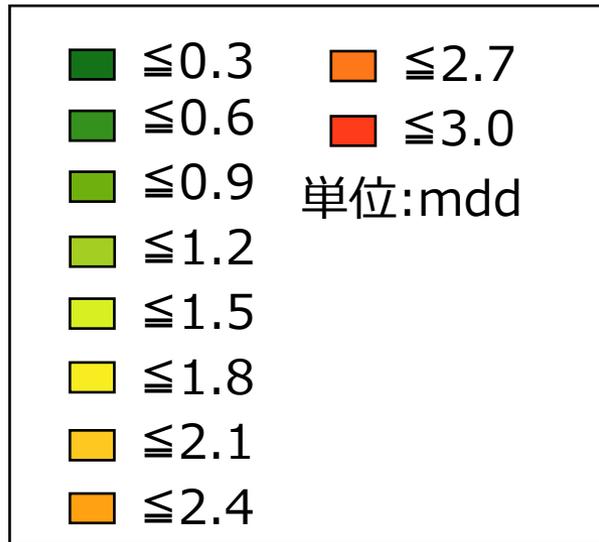
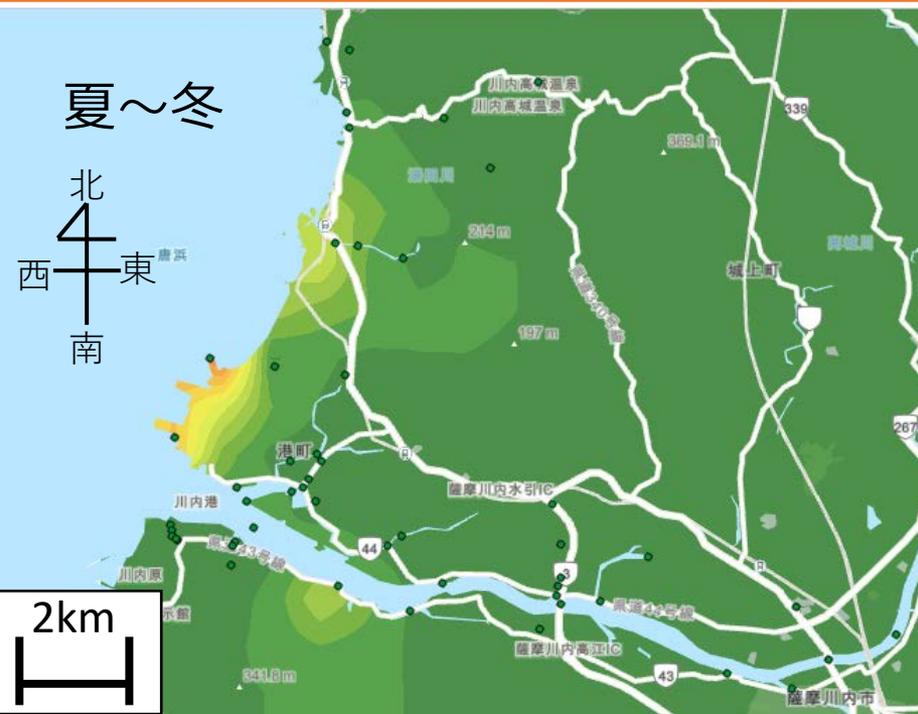


標高図

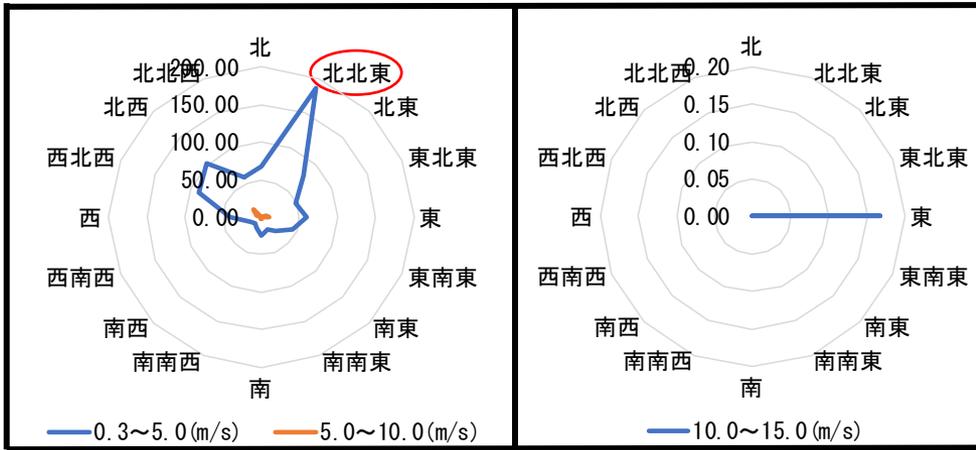


・北西の風が卓越していることから、河口から風が侵入し、塩分の飛来に影響を与えていることが推察できる

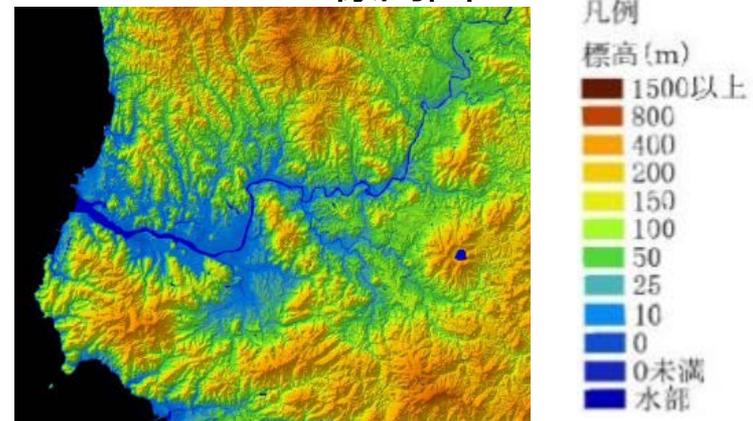
調査結果(薩摩川内市)



風配図



標高図



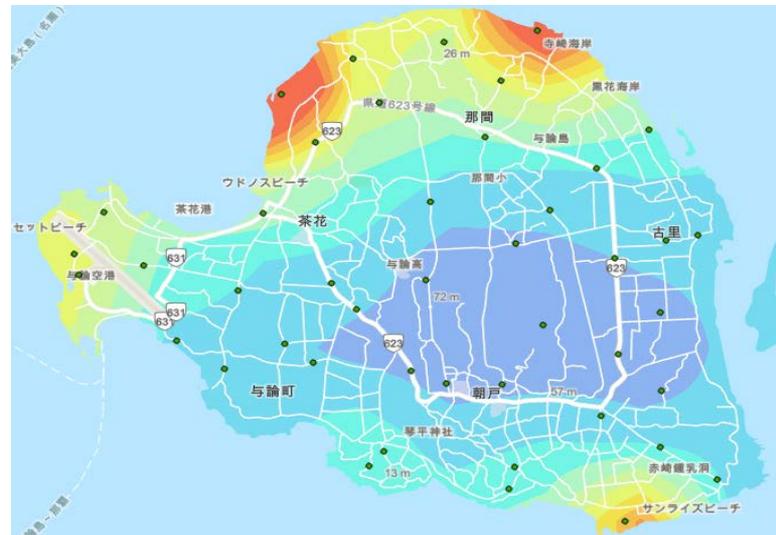
・ 海岸付近は飛来塩分量が多くなっている。風向は北北東の風が卓越しているが、川内川北東部には標高が高く、海が西側に在ることから、塩分の輸送が少なくなっている

まとめ

塩害領域を決定する際には河川の遡上、
地形、気象条件を考慮し決定する必要がある

離島全域を塩害領域としてひとまとめに
考えることは適切ではないと考えられる

一般環境に関しても沿岸からの距離
200m以内を塩害領域とするのは適切で
はないことが考えられる



1年間の飛来塩分分布図

飛来塩分分布図を用いることでより全域における評価が可能

(2) ミクロ環境外力の評価手法 に関する検討

研究目的

塩害劣化の進行

- ・飛来塩分を始めとする環境外力に影響
- ・地域区分、汀線からの距離に応じた予測手法が一般的



周辺的环境条件や構造物の形状などの影響

- ・同一地域、距離、構造物でも環境外力は異なる



コンクリート構造物のより効果的かつ効率的な維持管理

- ・環境外力の違いを踏まえた劣化予測
- ・劣化予測結果を踏まえた点検や補修計画の策定

研究目的

本研究の目的

実構造物におけるマイクロ環境外力の違いを検証し、
その評価・予測手法を検討

<検証方法>

部位別の表面塩分量調査

- ・ガーゼ拭き取り法
- ・携帯型蛍光X線分析法

<評価・予測手法>

- ・ランダムウォーク法による数値解析

対象構造物と周辺環境

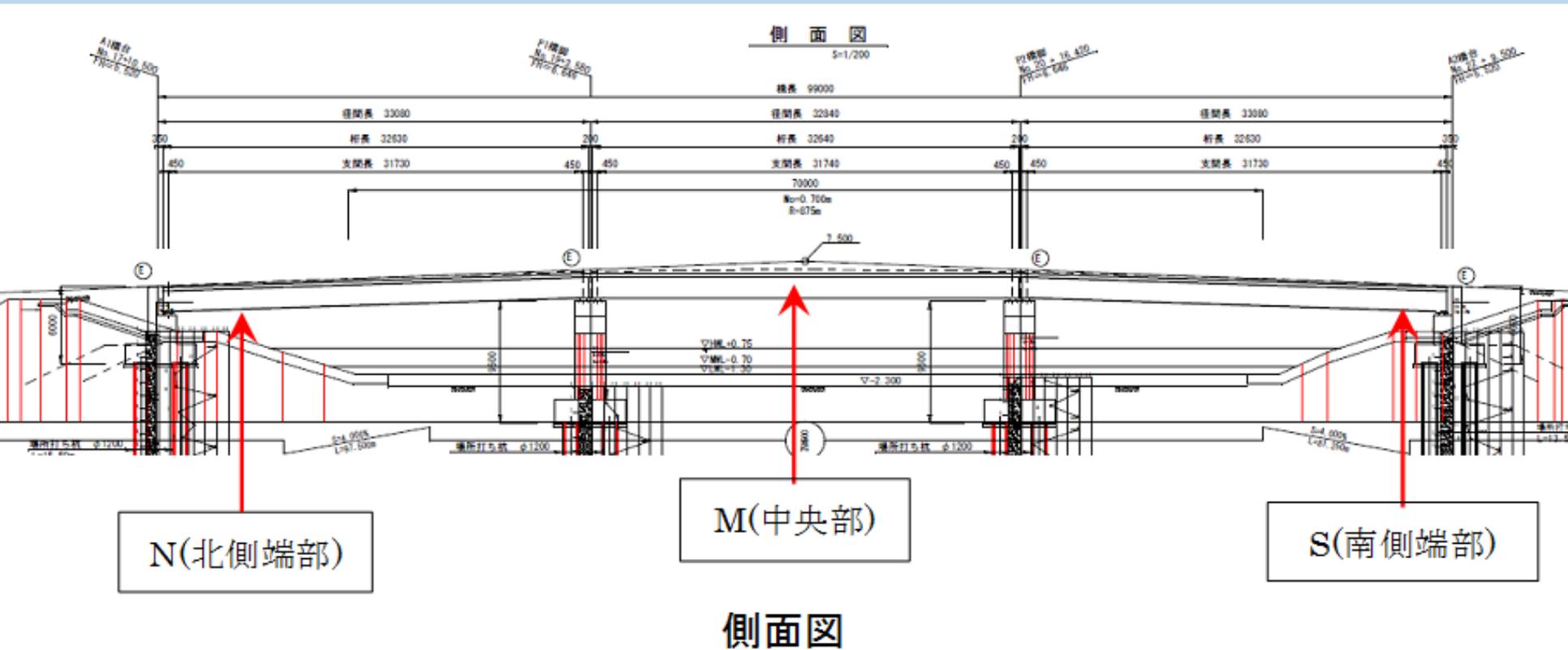
◆ 沖縄本島北部

- ◆ 3径間5主桁ポストテンションPC橋（平成23年供用開始）
橋長 99m 径間約33m



対象構造物と周辺環境

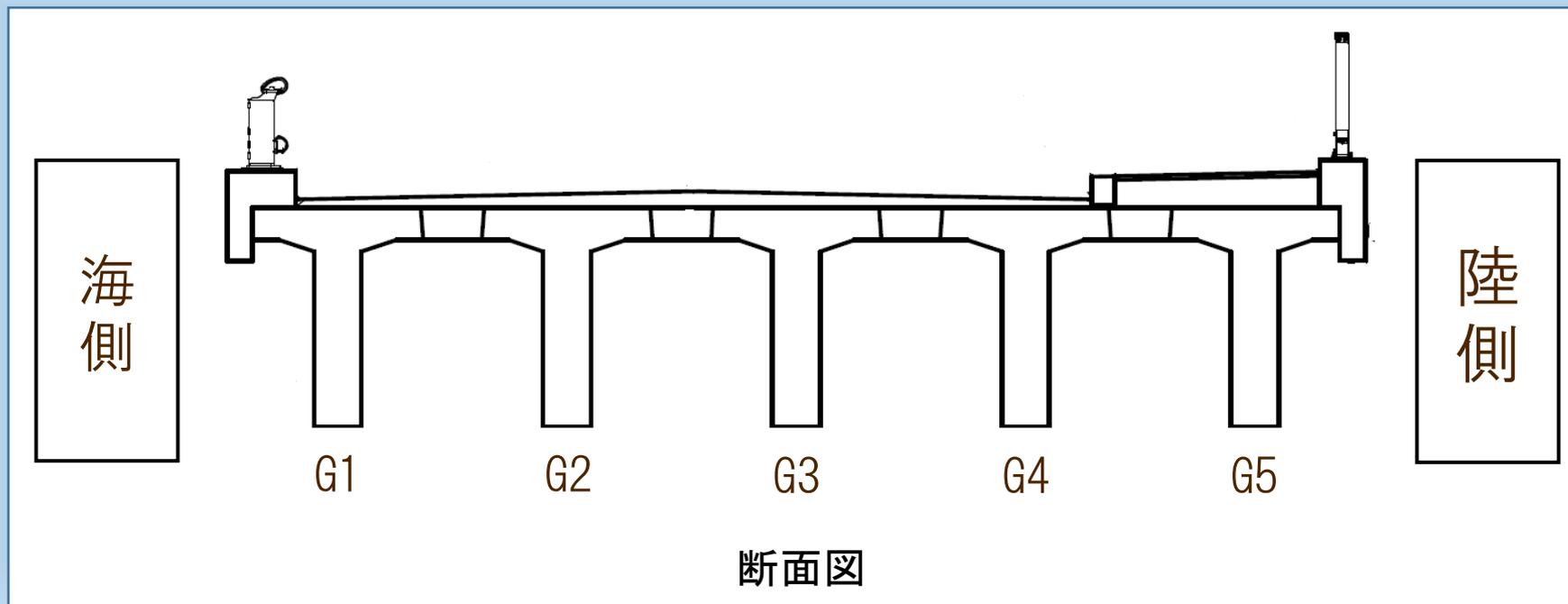
- ◆測定位置（橋軸方向）
北側端部(N)、中央部(M)、南側端部(S)



対象構造物と周辺環境

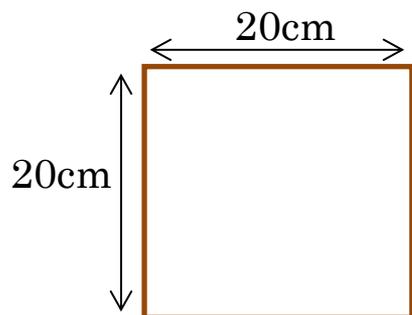
◆測定位置（橋軸直角方向）

5主桁（PCT桁）のウェッジ側面および下フランジ

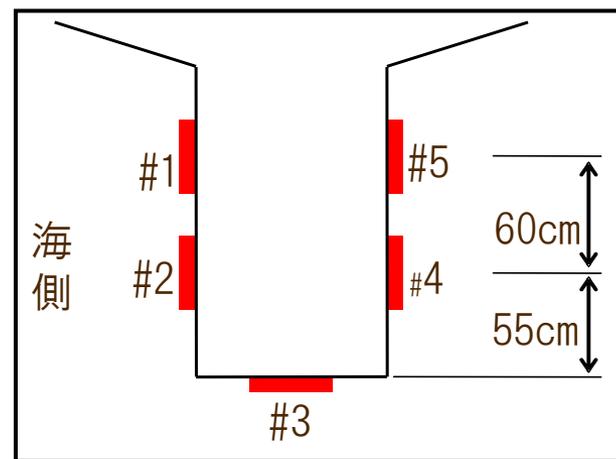


ガーゼ拭き取り法

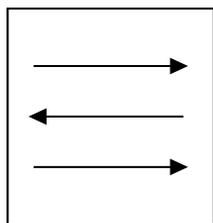
◆ 鋼道路橋塗装・防食便覧（日本道路協会）の
「ガーゼ拭き取り塩素イオン検知管法」に準拠



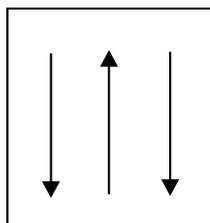
測定面積



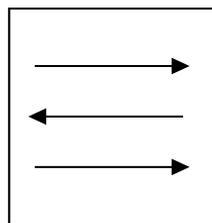
測定位置



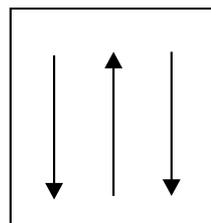
1



2



3



4

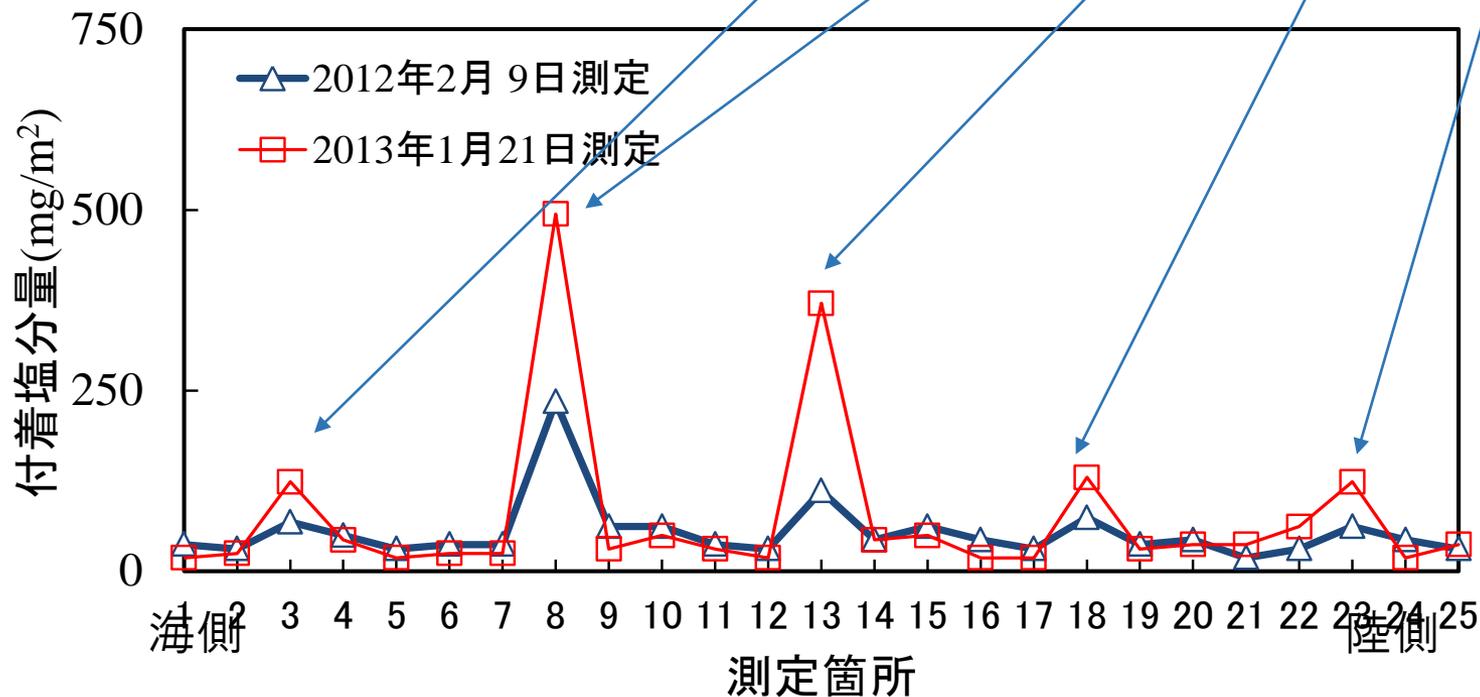
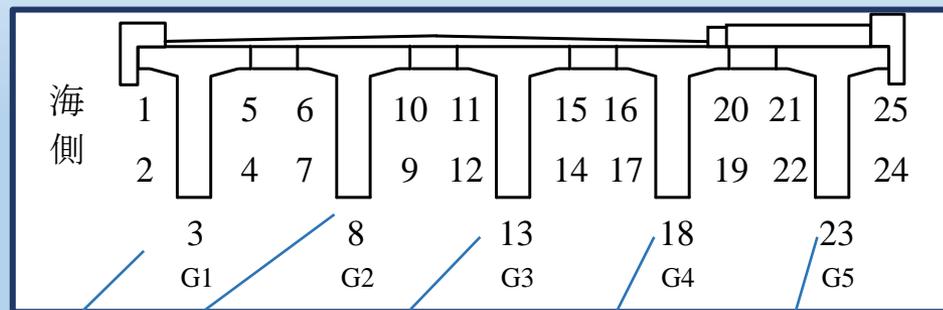
拭き取り手順

- ・ N（北側端部）
- ・ M（中央部）
- ・ S（南側端部）
- × 各5主桁

測定結果(ガーゼ拭き取り法)

中央部での測定結果

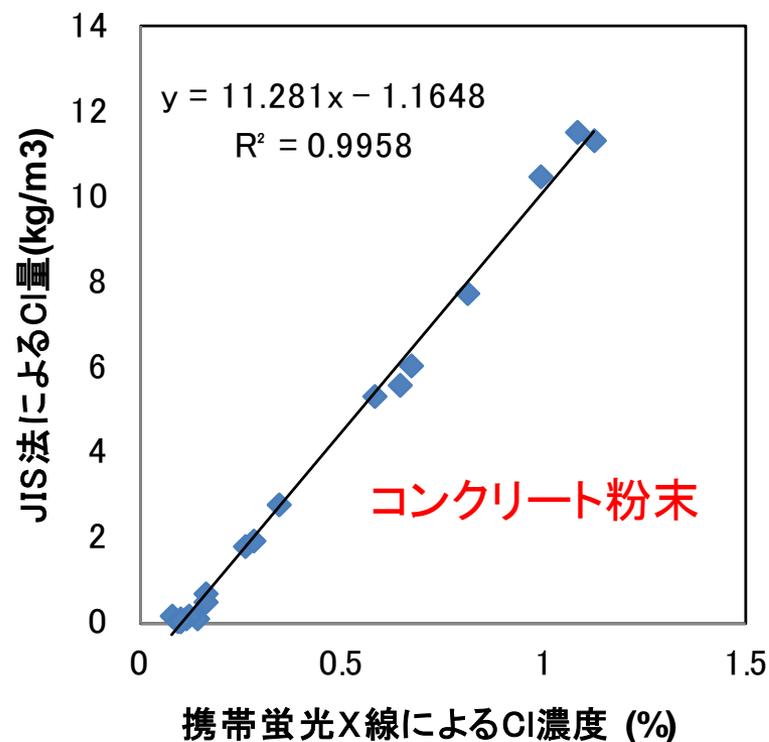
- 最大で10倍の違い
- 2、3番目の主桁下面における塩分付着量が多い



携帯型蛍光エックス線分析

蛍光X線分析：対象試料にX線を照射した際に発生する二次X線（**蛍光X線**）を測定して、**元素の定性**あるいは**定量分析**を行う

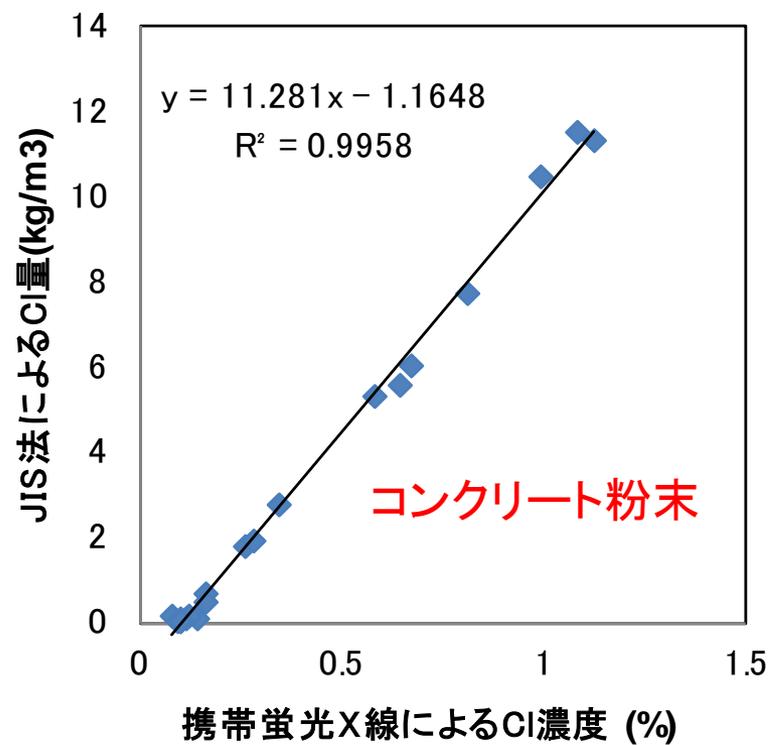
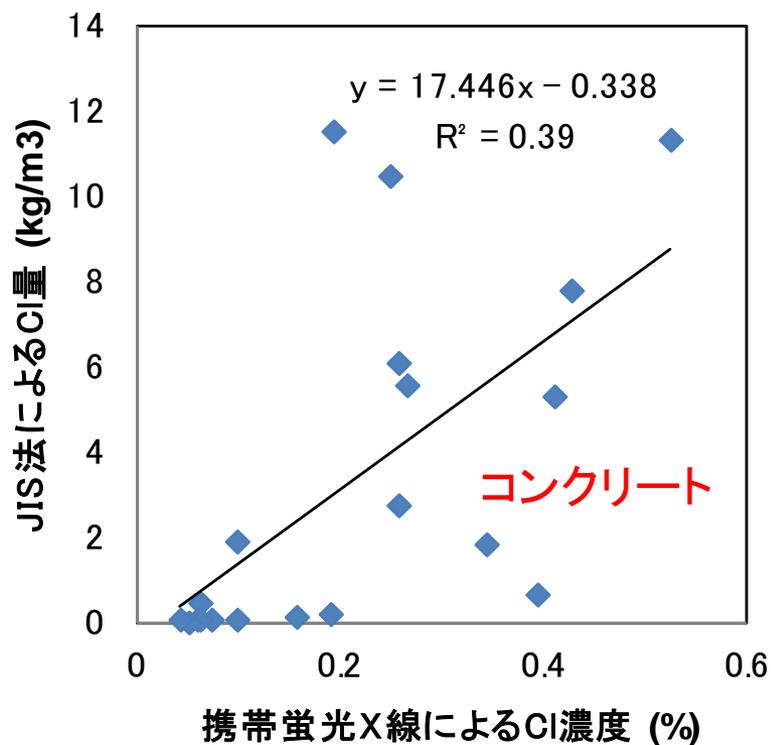
- ・測定結果は、機器を密着させた部位の平均に相当
- ・深度は、材料に応じて数 μm （金属）から数 mm （有機物）



携帯型蛍光エックス線分析

蛍光X線分析: 対象試料にX線を照射した際に発生する二次X線(蛍光X線)を測定して, 元素の定性あるいは定量分析を行う

- ・測定結果は、機器を密着させた部位の平均に相当
- ・深度は、材料に応じて数 μm (金属)から数 mm (有機物)

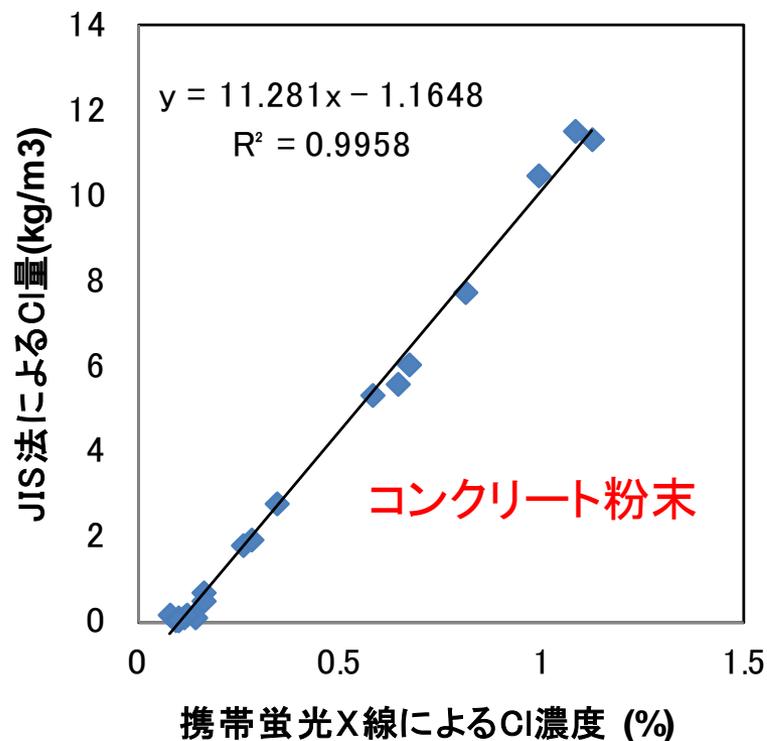
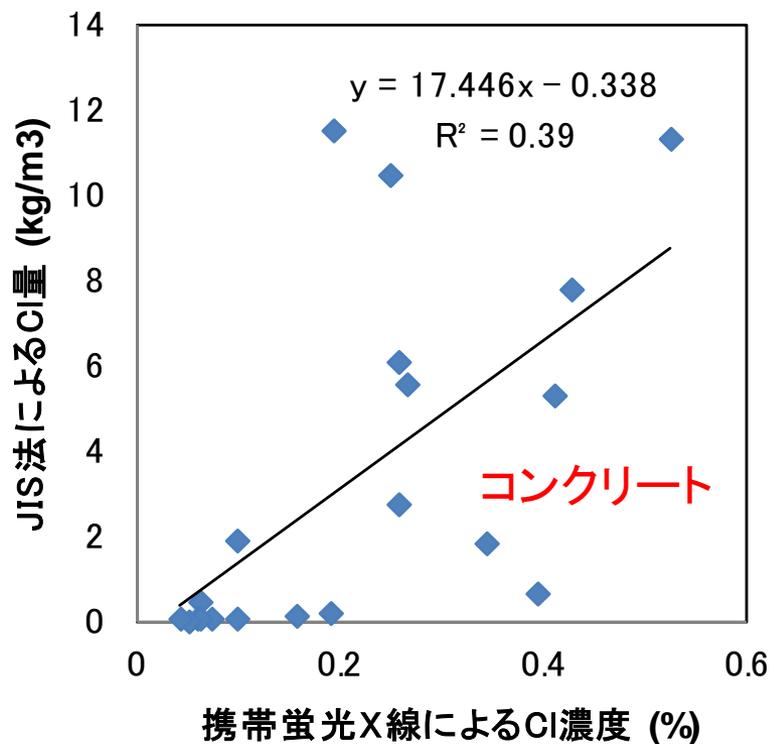


携帯型蛍光エックス線分析

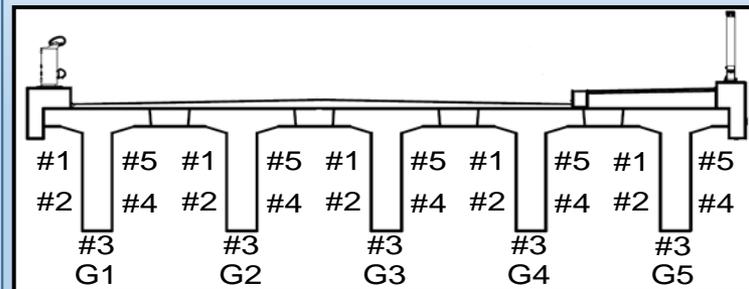
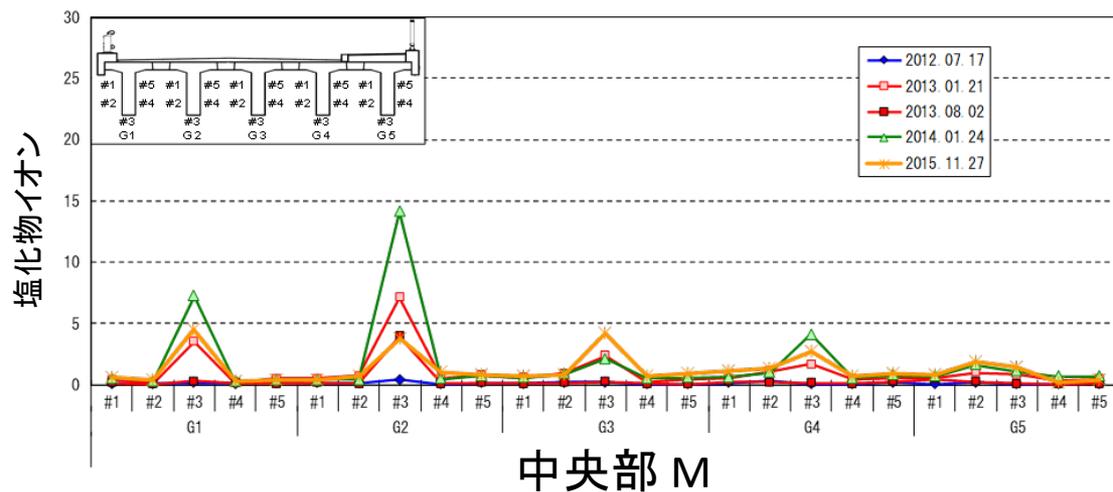
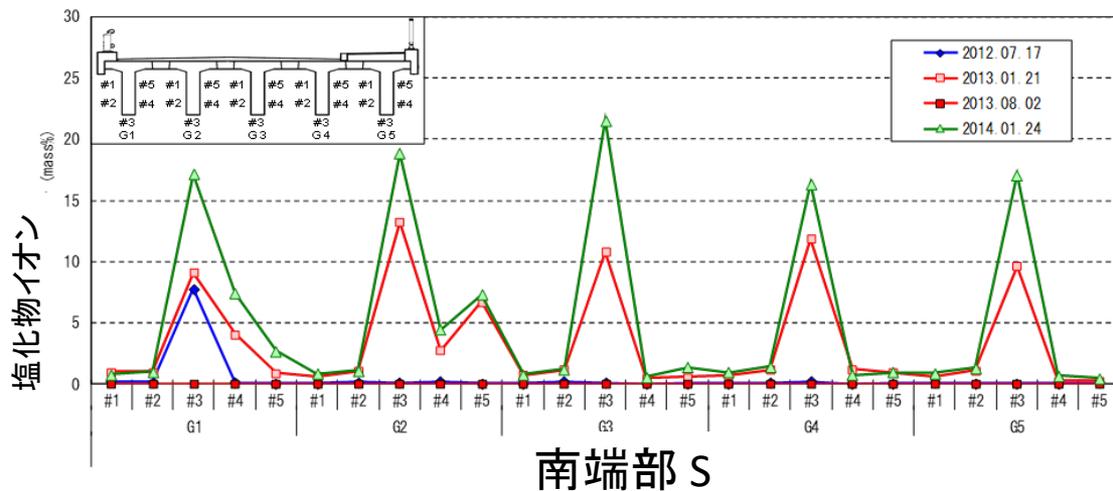
骨材配置やマイクロ環境の違い、表面の固着等による**局所的な差異**

測定上の工夫

- ・平均濃度：測定位置周辺での複数回測定
- ・経時変化：測定箇所での固定化
- ・浸透塩分：表層研磨後の測定



測定結果(携帯型蛍光エックス線分析)



ガーゼ拭き取り法と
同様の傾向

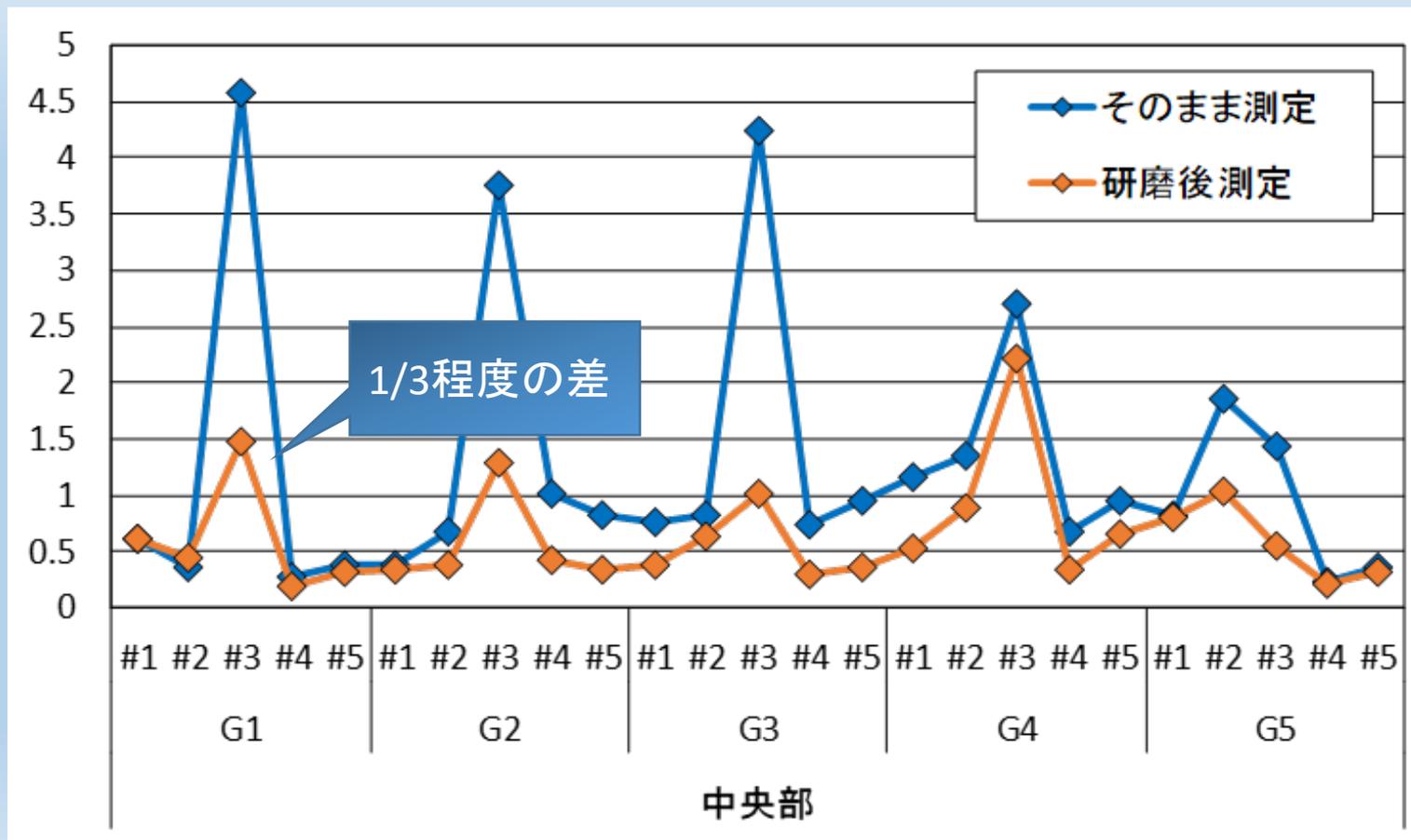
冬場に増加傾向



季節風(北風)の影響

測定結果（携帯型蛍光エックス線分析）

表面研磨後の再測定結果との比較

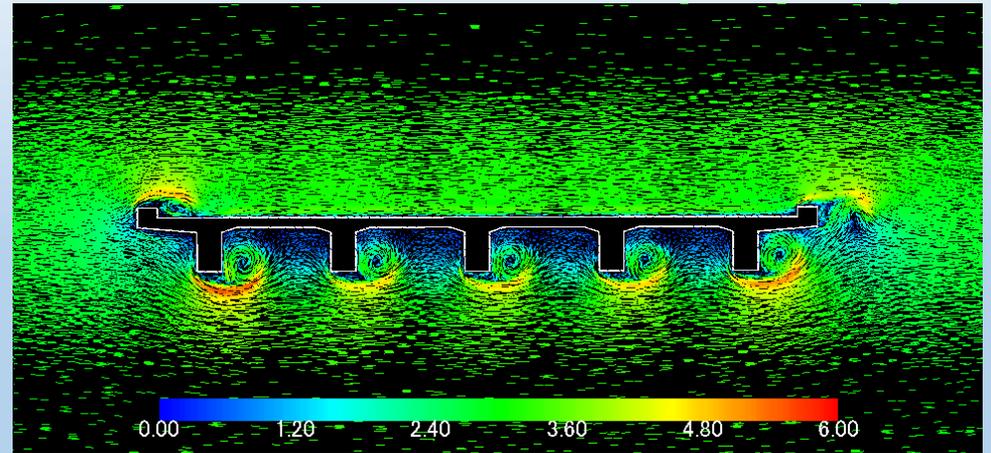


- ・付着塩分量と浸透塩分量の差異を把握できる可能性
- ・付着と浸透の比率が部位によって異なる

ランダムウォーク法によるマイクロ環境評価

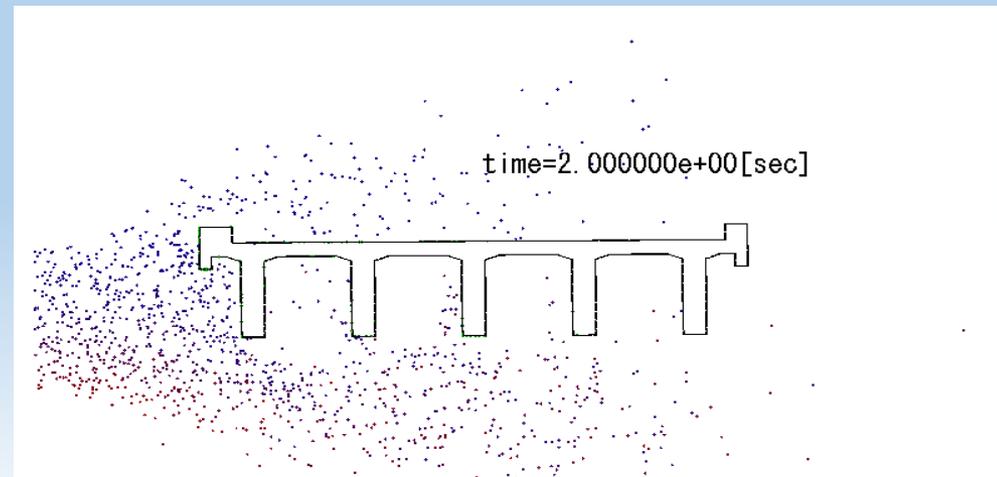
風速場計算（有限要素法）

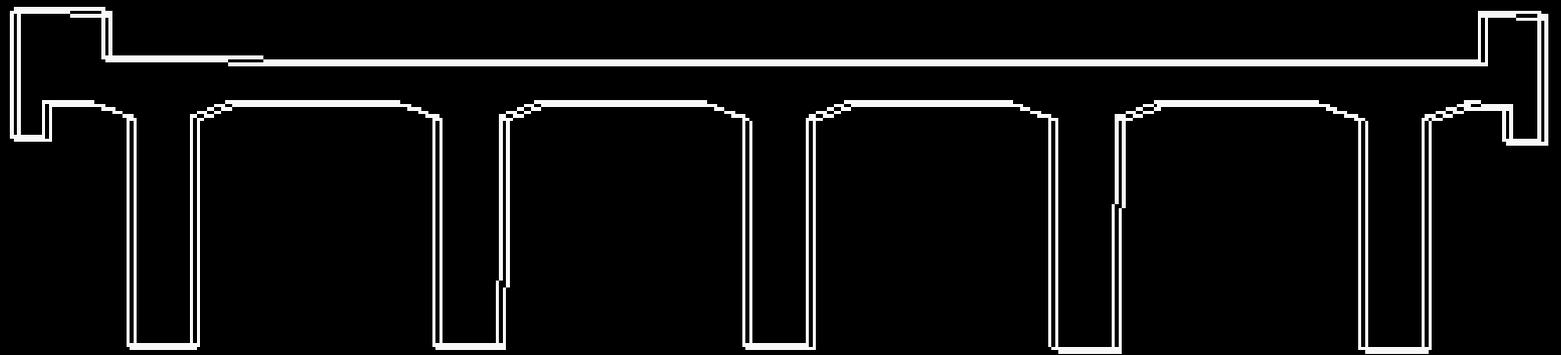
非圧縮性粘性流れの支配方程式
構造物周囲の気象条件を反映



粒子の移流・拡散・付着解析
（ランダムウォーク法）

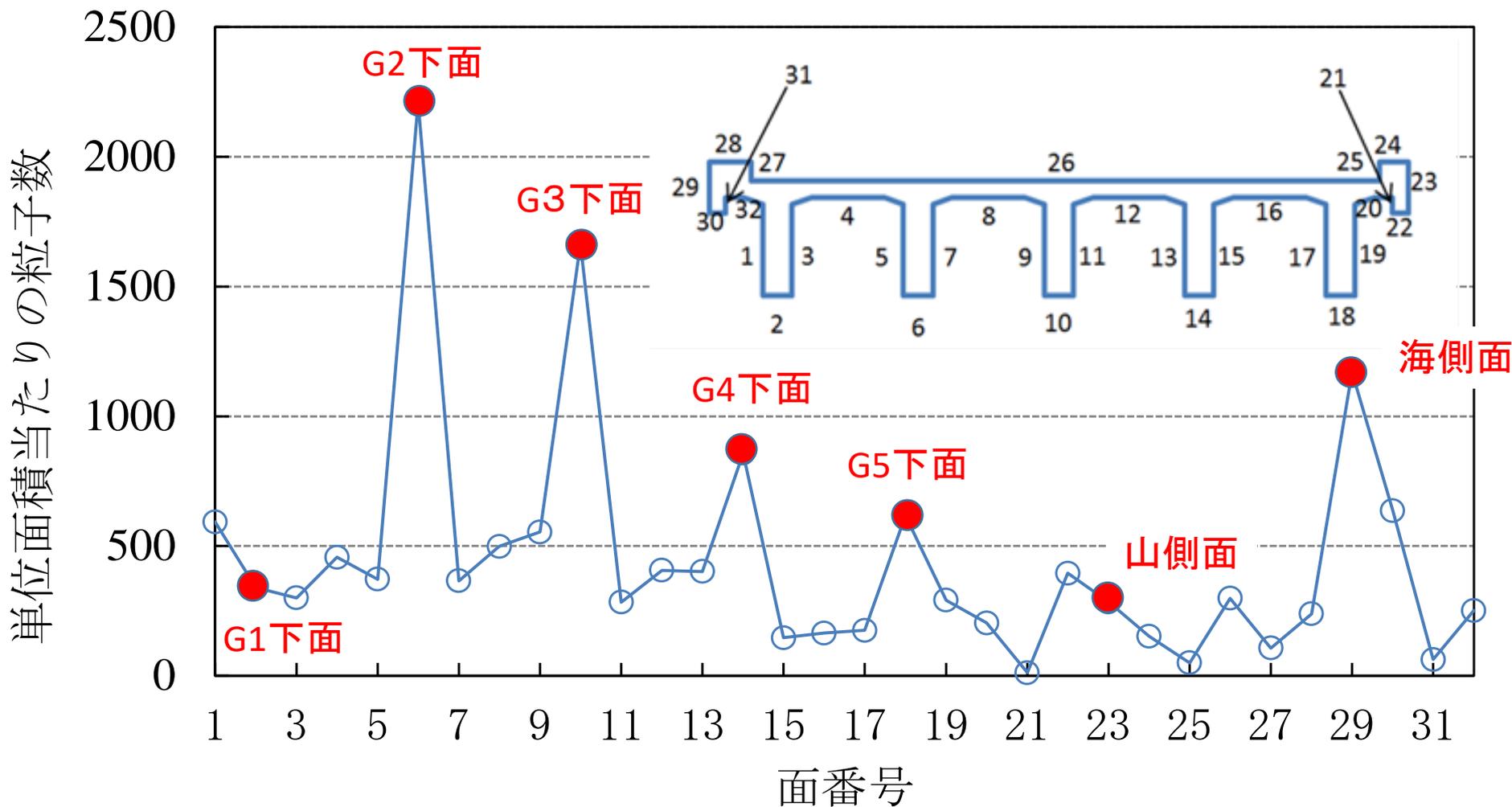
放出粒子が風速場によって移動
橋梁表面に付着（完全付着）





time=0.000000e+00[sec]

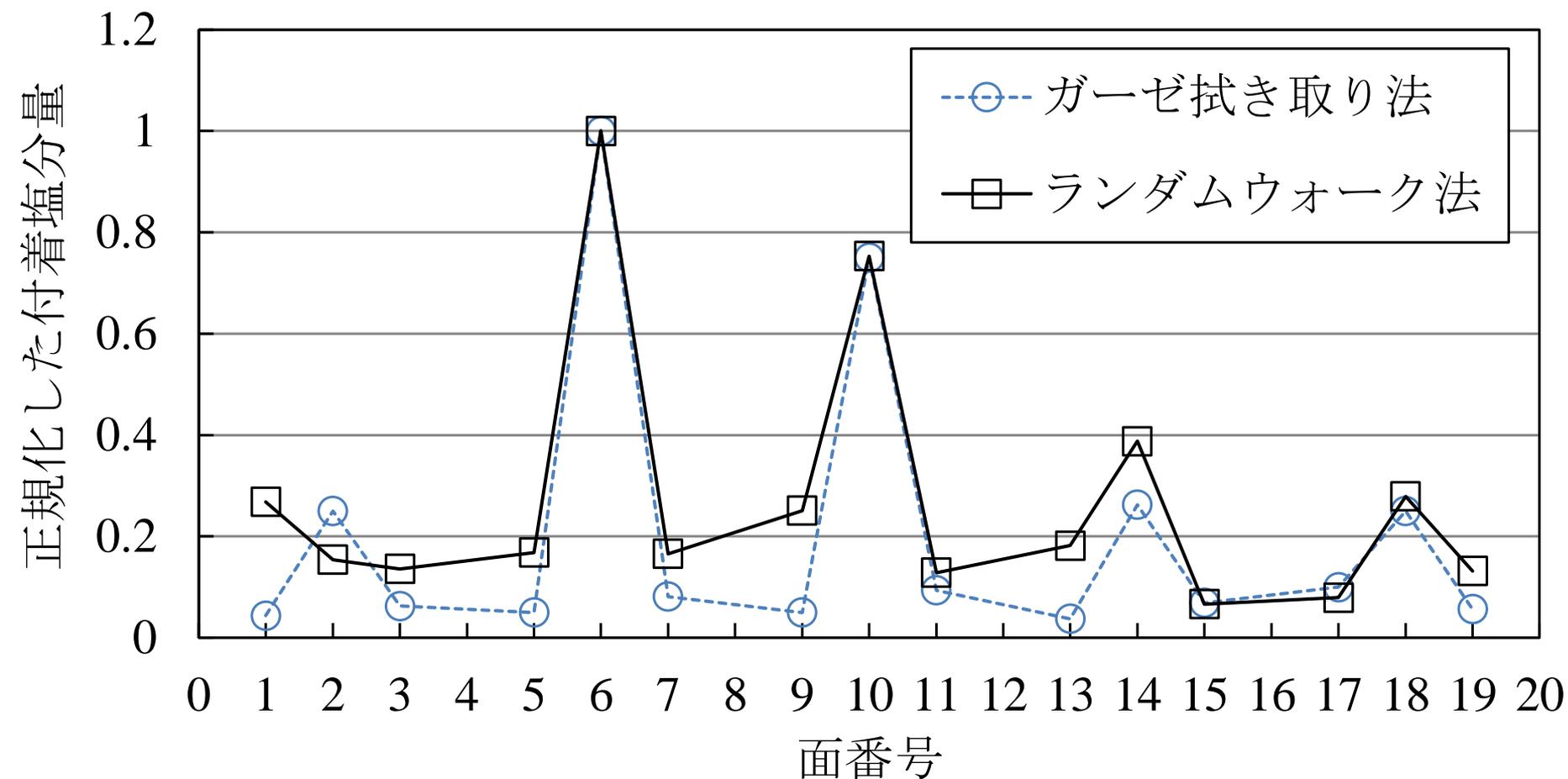
ランダムウォーク法によるマイクロ環境評価



ランダムウォーク法によるマイクロ環境評価

ガーゼ拭き取り法とRW法の比較

G2下面を基準に正規化し、単位面積当たりの付着粒子数として整理



LECCAに関する情報

LECCA ホームページ

<https://www.rccm.co.jp/product/concrete/lecca/>

LECCA ユーザーズ(動画による解析例)

<https://lecca-users.com/>

(3)実務への適用例

— 甌大橋維持管理計画 —



— 甌大橋維持管理計畫 —



橋梁の概要図

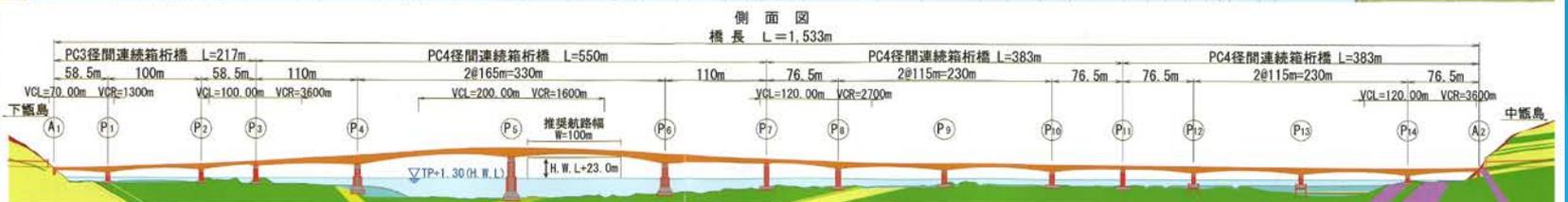
◆諸元

橋長	1 533m
支間	(第1橋) 58.5m + 100.0m + 58.5m (第2橋) 110.0m + 2@165.0m + 110.0m (第3橋) 76.5m + 2@115.0m + 76.5m (第4橋) 76.5m + 2@115.0m + 76.5m
有効幅員	0.5 + 2@2.75 + 0.5 = 6.5m
荷重	B活荷重
上部工形式	(第1橋) PC3径間連続箱桁橋 (第2橋) PC4径間連続箱桁橋 (第3橋) PC4径間連続箱桁橋 (第4橋) PC4径間連続箱桁橋
下部工形式	橋台: 逆T式橋台、橋脚: 柱式橋脚(円柱)
基礎工形式	橋台: 深礎杭基礎
	橋脚: 直接基礎(締切り施工タイプ) 直接基礎(ケーソンタイプ)
	鋼管矢板井筒基礎



【海底面地質区分】

地質年代	地層名	記号	地質・土質名
新第三紀	栗原層	Q1	凝結地殻物
	栗原層土層	Q2	玉石混じり粘土
	栗原層砂層	Q3	凝結じり砂
	栗原層粘土層	Q4	凝結じり粘土
白亜紀	真入層	P1	凝結
	真入層	P2	凝結
	真入層	P3	凝結
中生代	高砂層	P4	凝結
	高砂層	P5	凝結



維持管理計画

橋梁個別維持管理計画（案）

甌大橋維持管理計画



令和2年12月

鹿児島県北薩地域振興局甌島支所

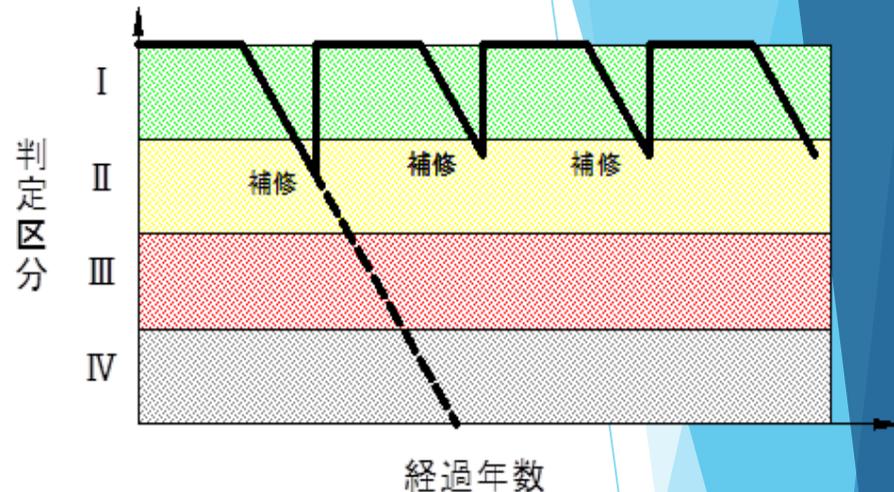
コンクリート標準示方書の2018年版維持管理編をベースに作成

- ①維持管理の基本方針
（維持管理区分の設定、劣化機構）
- ②劣化予測
- ③点検
- ④評価・判定・対策
- ⑤記録

①維持管理の基本方針

- ▶ 重要度は「高」とする。
- ▶ 予定供用期間は100年とする。

▶ 要求性能



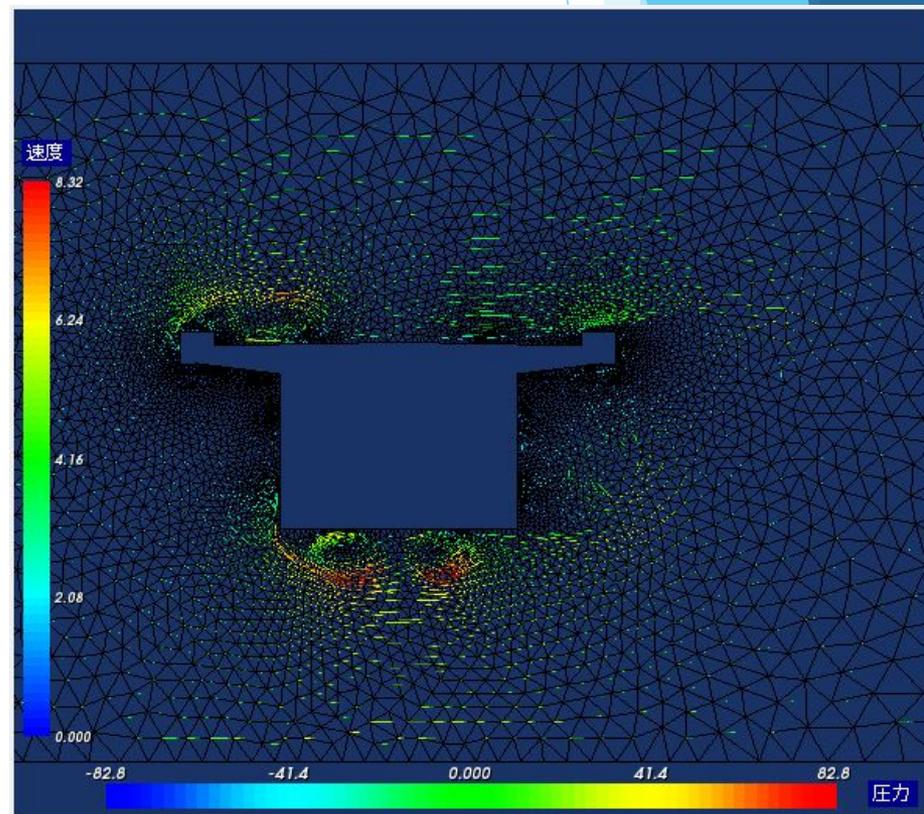
部材名		健全性
主部材	主桁	Ⅱ
	床版	Ⅱ
	橋脚	Ⅱ
	橋台	Ⅱ
	支承	Ⅱ
その他部材		Ⅲ

区分		定義
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

道路橋定期点検要領（H31国土交通省道路局）より

②劣化予測の概要

- ▶ 1. 現地で、飛来塩分量を測定
- ▶ 2. LECCA2によりシミュレーション
(現地観測風向、風速考慮)
- ▶ 3. 塩分濃度の高くなる箇所を推定
- ▶ 4. 重点的に点検を行う箇所の抽出
- ▶ 5. 全体の点検費用を低減



予想される劣化機構

- ▶ 塩害
- ▶ 中性化
- ▶ 疲労

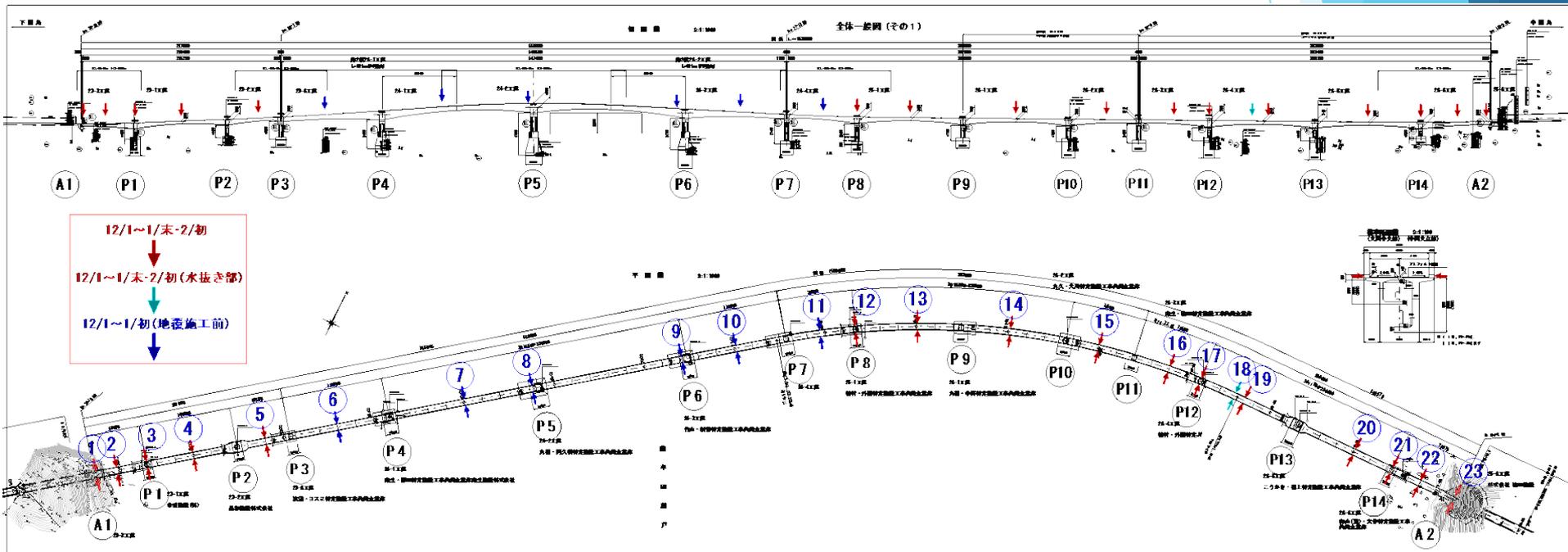
海上橋であって飛来塩分の影響を受けることから主たる劣化要因は**塩害**とした。将来的にはASR・疲労についても予測を行うことが望ましい。

塩害に関する環境外力評価

- ▶ 飛来塩分測定（薄板モルタル供試体）
- ▶ LECCA2-RW

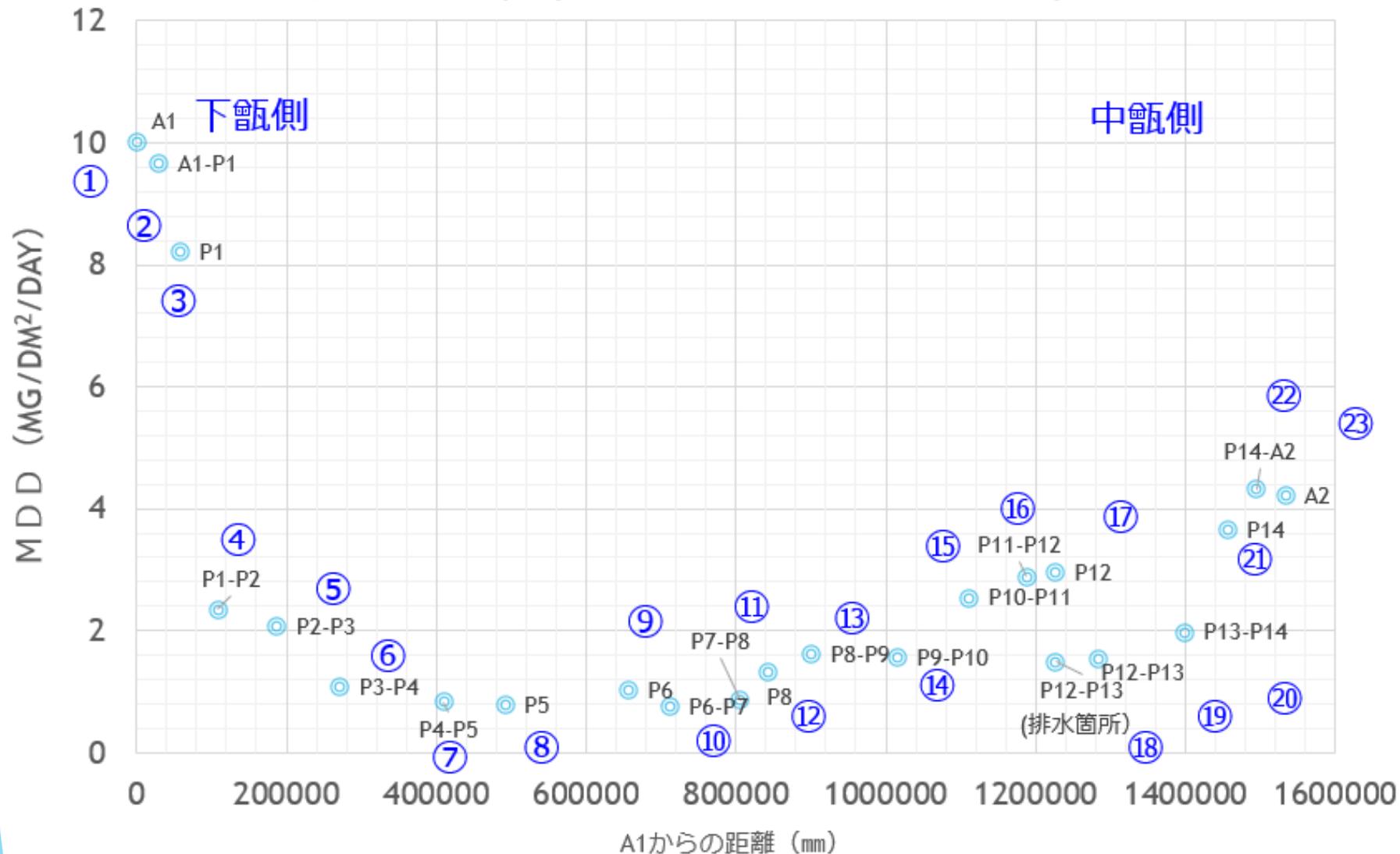
薄板モルタル供試体（位置図）

方角（向き）、海面からの高さを考慮して設置箇所を選定



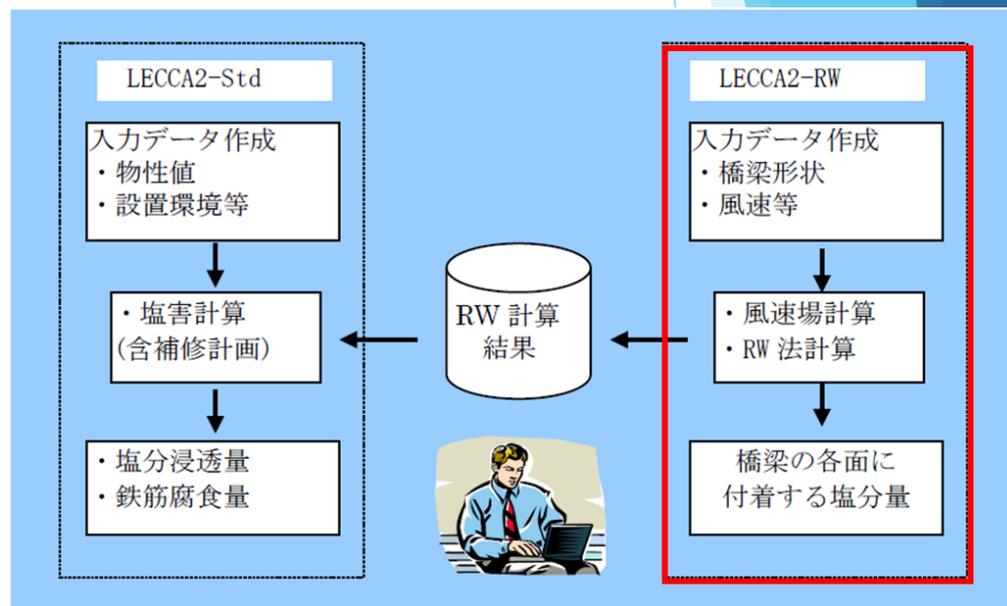
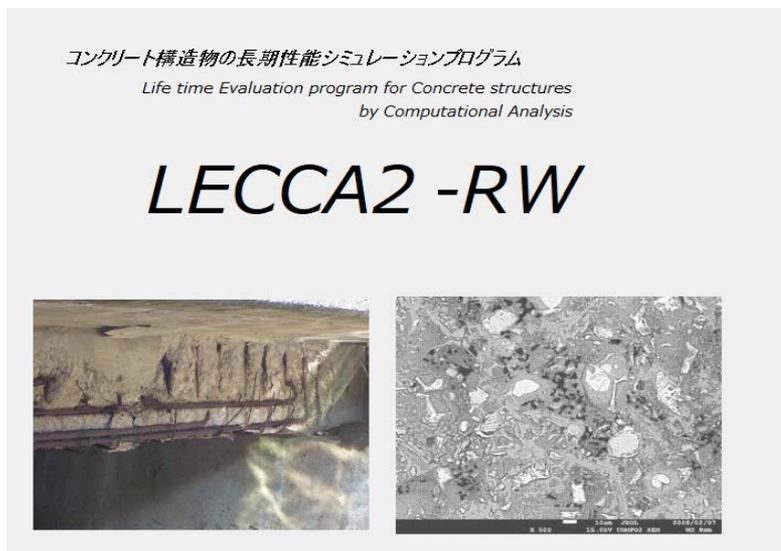
飛来塩分測定結果

クロルサーチ結果 (2019/12/1~2020/2/26:北側)



LECCA2-RW

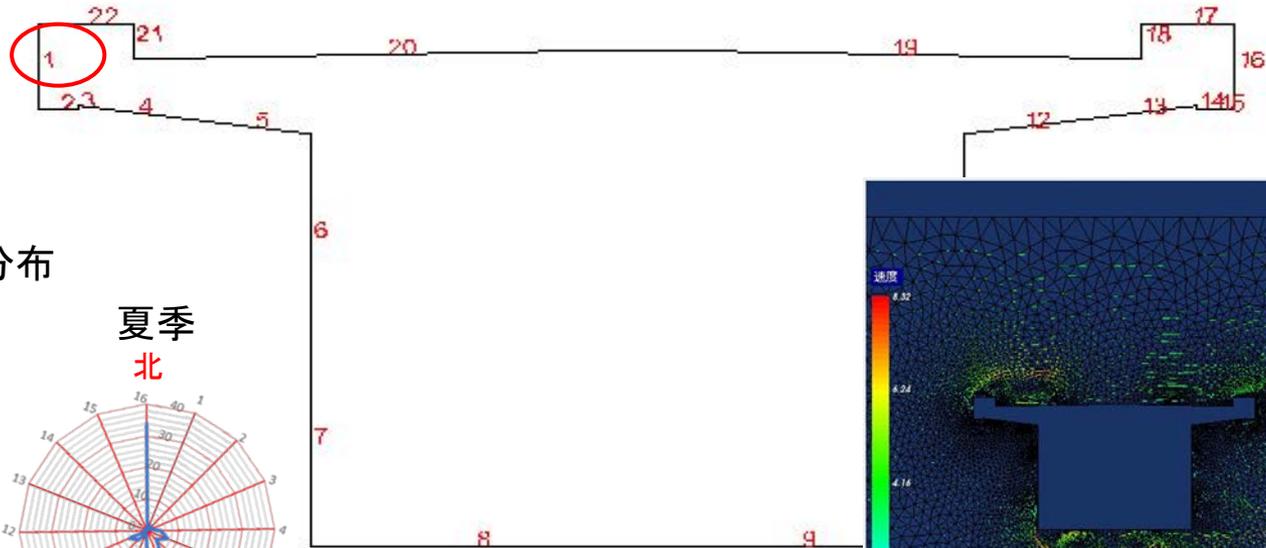
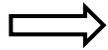
LECCA2・・・日本コンクリート工学会で開発されたシミュレーションプログラム



LECCA2-RW

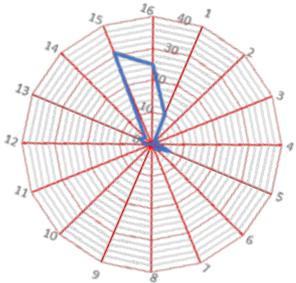
実際の断面形状に風速場を発生させることにより
付着する塩分の比率をシミュレートする

風上側

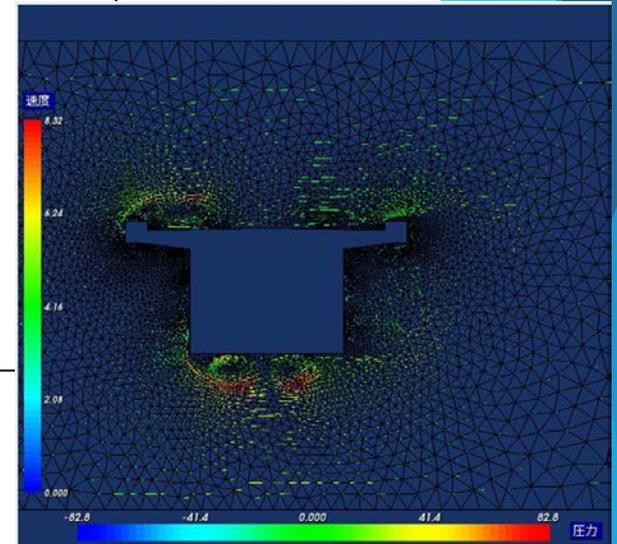
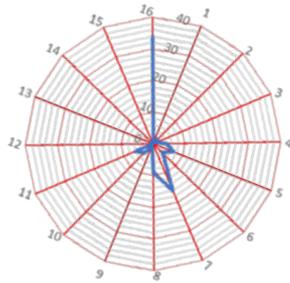


風向分布

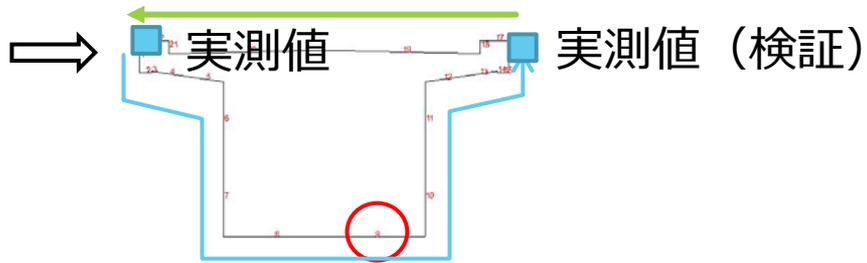
冬季
北



夏季
北

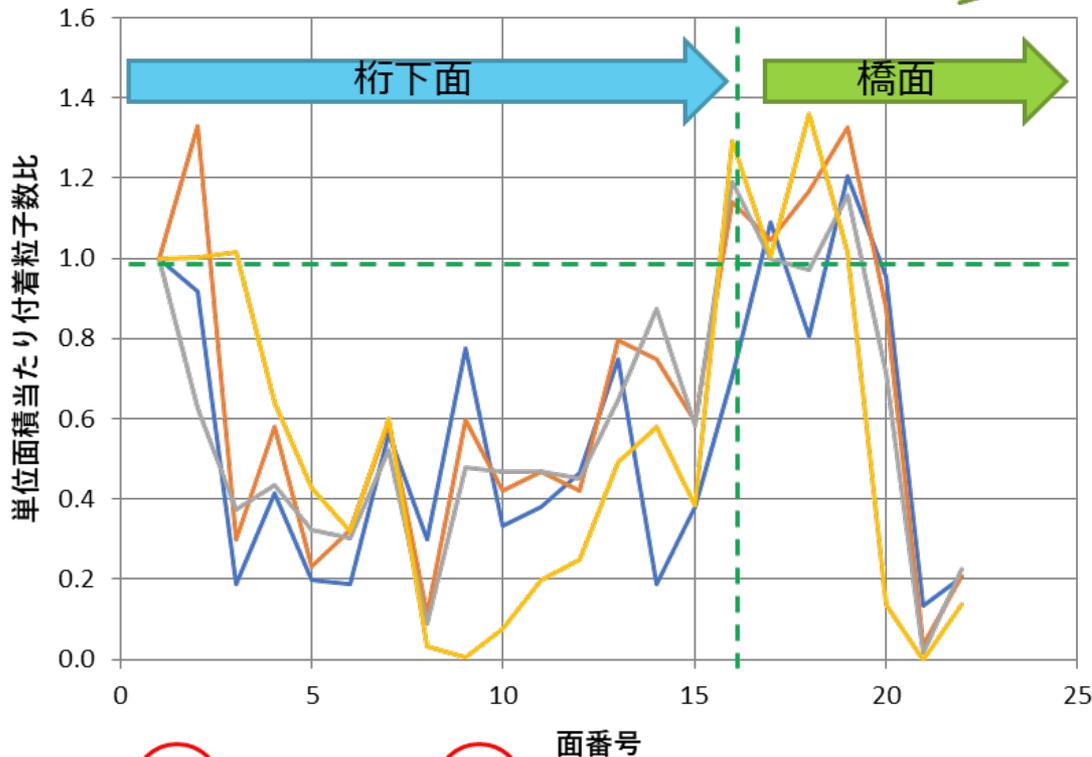


LECCA2-RW (計算結果)



- ・ 橋面防水あり
- ・ 雨水による洗い流し

【A1P1付着粒子数の分布】



風速の根拠

- 5.4m/sec 平均風速
- 7.7m/sec 北側3方向の平均風速
- 8.5m/sec 北北西の平均風速
- 19.8m/sec 最大風速



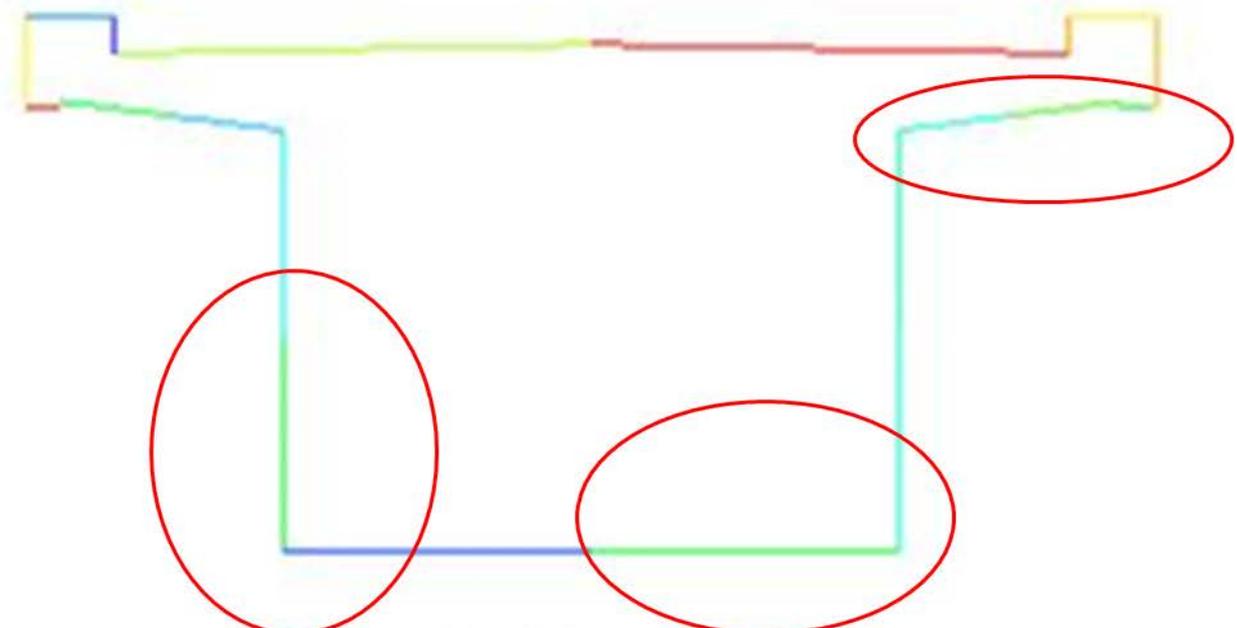
- ・ 点検における着目点
- ・ 環境外力に応じた劣化予測

①

⑨

点検（着目点）

風上側



飛来塩分量の比 (風速2)



耐久性照査（工ポキシ樹脂被覆鉄筋）

素地鋼材表面における塩化物イオン濃度

$$\gamma_i \frac{C_d}{C_{lim}} \leq 1.0$$

鋼材腐食発錆塩化物イオン濃度
(セメント種類・水セメント比より決定)

劣化曲線（第1橋）

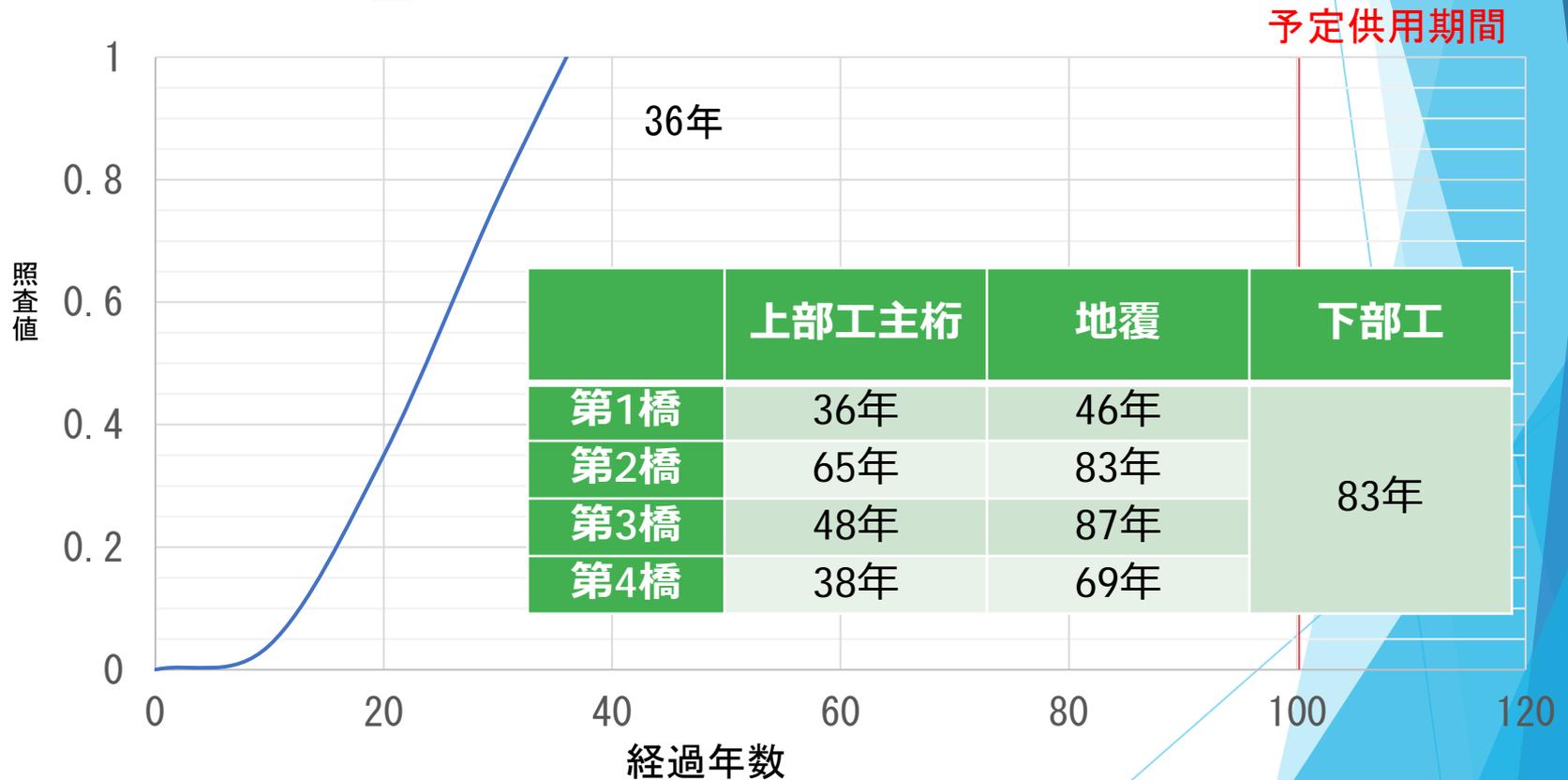
予定供用期間

照査値



耐久性照査（普通鉄筋の場合）

$$\gamma_i \frac{C_d}{C_{lim}} \leq 1.0$$



(付録)鹿児島大学における関連活動の紹介

一般社団法人 構造物診断技術研究会

Research Organization for Diagnostic Techniques for Structures



→ トップページ

→ 入会案内

→ 事業内容

→ 会員紹介

→ イベント

→ お問い合わせ

890-0065

→ ご挨拶

当法人の前身である「コンクリート構造物の劣化診断技術の開発と応用に関する研究会（診断技術研究会）」は、コンクリート構造物の維持管理の重要性に鑑み、構造物の有する各種性能を適切に診断・評価するための既存技術の応用ならびに新技術の開発について研究することを目的として、2002年10月、当時の鹿児島大学地域共同研究センターがごしま産学官交流研究会における長寿命構造物部会内研究会として設立されました。その後2016年には、鹿児島大学大学院理工学研究科地域コトづくりセンター地域創生・安全工学分野の研究会として活動を開始し、設立以来の約15年間を通じて、会員となられている関連会社の方々はもちろん、土木工学を学ぶ学生諸君や県内の土木技術者、自治体職員の皆さまの知識と技術向上のために力を尽くして参りました。



<https://www.rodts.jp/index.html>

維新のふるさとで究める

鹿児島大学大学院 理工学研究科

2020年4月理工学研究科改組

入試情報はこちら >

理工学研究科における
地域産業創成課題 5テーマ

理工学研究科における
教育研究の特色と強み 102 テーマ

研 究 紹 介

入 試 情 報

鹿児島大学大学院 理工学研究科
地域コトづくりセンター
研究インターンシップはこちらまで

AGARC 天の川銀河研究センター

鹿児島大学大学院 理工学研究科
グローバル人材育成支援室
lobal Development Office

KAGOSHIMA UNIVERSITY 鹿児島大学

<https://grad.eng.kagoshima-u.ac.jp/>

地域産業創成拠点 その1

海洋ビッグデータを活用した鹿児島県の水産・海洋産業のスマート化と人材育成

【課題】鹿児島県の水産業は漁業就労者数の減少が進んでおり、効率化につながる技術導入の必要性に迫られている。また、鹿児島県の多くの島嶼部は、系統線容量が小さいため電力需要の増加に則した発送電が困難で、農林水産業の高度化に必要な新規設備の導入について課題を抱えている。

【事業の概要】理工学研究科、工学部、水産学部、法文学部、農学部、各種センターのさまざまな『知』を結集し、高分解能海況予報モデルや本学の練習船等で収集する鹿児島県および周辺海域の**鹿児島県版海洋ビッグデータ (DREAMS Real-Time Ocean Prediction System)**を活用することによって、SDGsを踏まえた研究開発を推進する。

DREAMS Real-Time Ocean Prediction System (https://dre.oce.kagoshima-u.ac.jp/vwp_fore/)

黒潮のポテンシャル評価に関する研究(NEDO委託事業)で開発し、現在海洋土木PGが管理運営する海況予測システム。人工衛星によって観測される海面温度分布データを用いて、九州南部広域における過去は2016年以降、未来は2日先までのあらゆる時間で、任意の深度、水深における流速(流速場の回転と流速の発散場を含む)、水温、塩分量が予想できる。

【事業の目的】

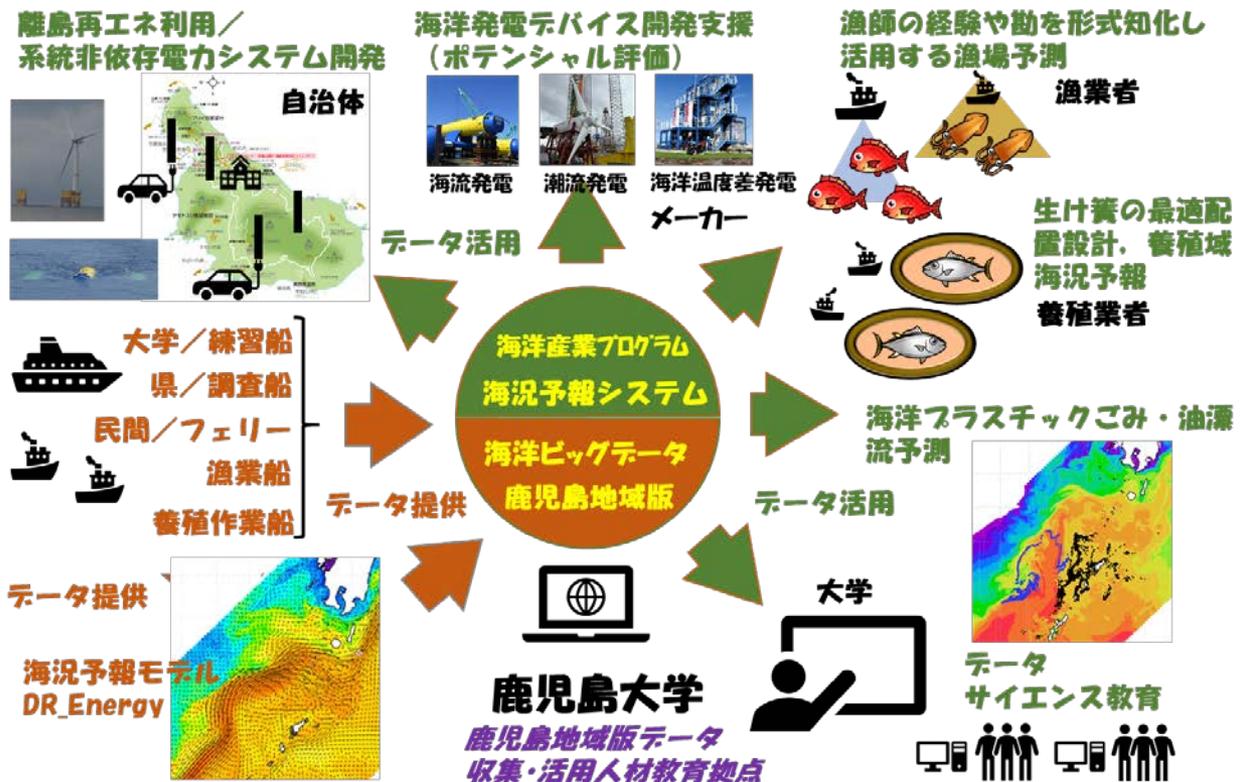
- 1) サステナブル水産業確立に向けた**鹿児島重要漁場の最適漁場予測システムの開発**、奄美大島養殖生け簀の**最適配置化**と沿岸海況予報システムの構築
- 2) 海洋発電・深層水事業推進支援のための高精度な海潮流予測システムの開発と**十島村における再生可能エネルギー利用研究**
- 3) 鹿児島県の海洋プラスチック問題解決に向けた**人工衛星搭載型センサーの共同開発**
- 4) 地域ビッグデータを活用できる人材を育成することに向けた、海洋ビッグデータを活用した**数理データサイエンス・AI教育教材の開発**

【求められる人材】

海洋土木PGにおいて修得する海洋土木工学に加え、情報生体、水産学、法学、農学等の内容、および海洋ビッグデータを活用できる数理データサイエンスやAI技術を修得したSTEAM人材が求められる。

【求められる人材の育成に関連の強い科目】

- <海洋物理環境学特論><海洋土木工学特論>
- <サイバーセキュリティ特論><応用数学特論>
- <研究倫理><研究インターンシップ>
- <修士論文特別研究「ドローンとディープラーニングを用いた海岸漂着ごみ定量化手法の構築(海洋土木)」
- <「鹿児島県周辺の強潮流域における潮流エネルギー賦存量の数値計算(海洋土木)」
- <「海洋観測データの異常検知のための機械学習技術とデータ合成に関する研究(情報生体)」
- <「ディープラーニングの基礎と応用(海洋土木)」>等
- <先端科学特別講義*「海の天気予報(九州大学 広瀬直毅教授)」
- <「有明海の水環境-潮汐・潮流を中心として(九州大学 田井明教授)」
- <「海洋漂着ごみ研究の最前線(九州大学 磯部篤彦教授)」
- <「人工知能とその応用(株富士通研究所 高橋哲朗氏)」など>
- <その他、農水産学の異分野科目や語学関連科目>



*先端科学特別講義: 学内外(大学、研究機関、企業)の研究者が研究の最先端を教授する。専門を問わず受講可能であり、境界領域や他分野の研究の最先端を学び、自身の研究の相対的価値を理解する。

地域産業創成課題のテーマ その2

九州の伐採期を迎えている大量のスギ材の大規模建築への利用促進プロジェクト

【背景】我が国は、温暖多雨で樹木の成長が極めて早く、森林資源が豊富である。木材を建築の構造材として大量に利用することは建築構造分野が環境負荷の削減に貢献する。更に建物が役割を終えた後、その木質を効率よく燃焼させてエネルギーに変換できる。樹木の成長周期(スギは約50年)に合わせて森林による自然エネルギー循環システムを構築できる。この概念は海外で研究されており、我が国はそれに適している。可能な限り、建築物の構造体の木質化を推すべきである。

【新しい鉄筋集成材の開発】
開発した木質ハイブリッド鉄筋集成材(SAMURAI)は、鉄筋コンクリート(RC造)や鉄鋼造(S造)と同等以上の構造性能を有している。開発した製造手法により、従来の杉集成材の曲げ剛性を4~5倍に増大させ、梁せいを62~58%に縮減できる。曲げ強度も増大し、せん断強度はコンクリートFc42の強度に相当する。既に、実構造物への適用性も検証済みであり、現在、本材料を用いた構造設計技術の一般化を試みている。

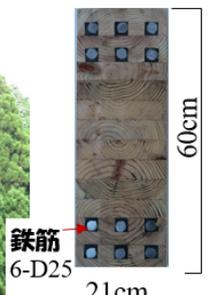
【SAMURAI】(地元企業である山佐木材(株)との共同開発材料)

- ・九州沖縄のTBS系番組「世界一の九州が始まる」で「国産杉がコンクリートを超える」(2014.9.14)
- ・H27年度林野庁委託事業「木質系複合材料の長期構造性能の検討」受託
- ・R元年度 竹中工務店との3者共同研究で耐火性と構造性能を向上させた「燃エンウッドSAMURAI」開発し、構造部材へ適用済み(国交省大臣認定取得)
- ・都市部大規模木造建築を可能とし「森林グランドサイクル®」構築とサステナブル社会実現の貢献期待

【これまでの成果】木質ハイブリッド部材(SAMURAI)と、その構法システムに関する研究成果に基づき、既に18mスパン水平梁の二方向ラーメン架構の建物(2014年)、25mスパンの一方山形ラーメンの建物(2017年)を設計し実際に建設している。本構法に対する期待は大きく、招待講演、雑誌寄稿業績の依頼も多い。さらに、2020年には、竹中工務店の自社高層ビルに採用され、高層化への適用されている。また、準耐火構造には燃え代設計手法で対応可能であり、特定の技術を用いれば耐火構造にも対応できる状況が整いつつある。



杉の森林
(鹿児島県垂水市牛根)



鉄筋集成材断面
(商品名: SAMURAI)



鉄筋集成材を用いた第2号棟
(25mスパン 山佐木材工場, 2017年竣工)



新建築2020年4号より抜粋

【求められる人材】

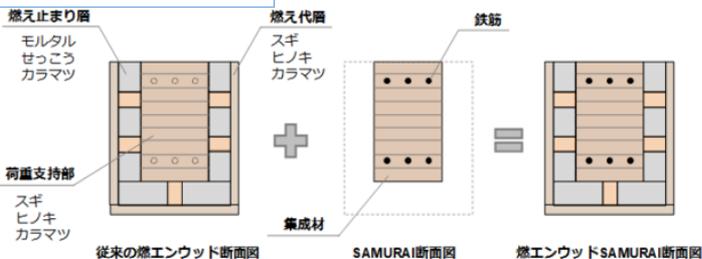
建築学PGにおいて修得する建築学に加え、農学、林学等の異分野の内容、工学的デザイン能力や数値シミュレーション等を活用できる数理データサイエンス能力を修得したSTEAM人材が求められる。

【必要な人材の育成に関連の強い科目】

<構造設計特論><構造設計特別演習><都市デザイン特論><建築倫理・法規特論><建築マネジメント特論><サイバーセキュリティ特論><応用数学特論><研究倫理><研究インターンシップ><修士論文特別研究「伝統建築を参照した新しい木質構法の開発 - 要素試験による嵌合接合部の比較検証 - (建築学PG)」><制震性能を発揮する乾式接合型の鉄筋集成材梁の開発(建築学PG)><「長期荷重を受ける鉄筋集成材梁の曲げクリープ特性に関する研究-梁の表面をコーティングした試験体による解明-(建築学PG)」><「曲げ降伏するRC造鉛直部材の大地震後の残留変形の評価方法に関する研究-連層耐震壁と柱の評価-(建築学PG)」><「柱脚が曲げ降伏する鉄筋集成材柱の弾塑性性状に関する研究-長方形断面および正方形断面柱の履歴特性の評価モデル-(建築学PG)」など>
<先端科学特別講義「世界の木質ハイブリッド構造と鹿児島県の建物の地震被害(塩屋普一教授)」>、「木質材料と木造建築-古くて新しい資源と技術-(鷹野敦准教授)」>、「建築構造計画-シミュレーション学の立場から-(兵庫県立大学 永野康行)」など>

竹中工務店が2時間耐火の技術を開発

竹中工務店 自社高層ビルに採用 (2020年2月竣工 東京都江東区)



※「SAMURAI」は、山佐木材と鹿児島大学が共同開発した技術です。

竹中工務店ホームページより抜粋

- 鹿児島県をはじめとする九州内には大量の伐採期の杉の森林がある。
 - これまで、建築の分野では木材は住宅建築が主。
 - 今後、地球環境問題への対応として木材の大型の建物・高層建物への利用が望まれている。
 - 鉄筋集成材を山佐木材と鹿児島大学で共同開発。
 - 鉄筋集成材を全国に大量に普及させるためには、一般の会社で使用できるようにする必要がある。
 - 準耐火の燃え設計の技術の確立が必要
- そのためには審査機関における耐火実験が必要

地域産業創成課題のテーマ その3

豪雨による土砂災害に対する防災・減災技術開発拠点の整備

【課題】各地で集中豪雨による大規模な土砂災害が多発し、SDGsにおける取り組みの一つとして、持続可能で強靱な国土と質の高いインフラ整備が挙げられている。その実現には、土砂災害に対する予測・予防・対応力向上のための研究推進や土砂災害の地域性を考慮した防災・減災技術の開発、さらに、それらの知識や技術を地域や国内外に展開できる人材の育成が課題となる。

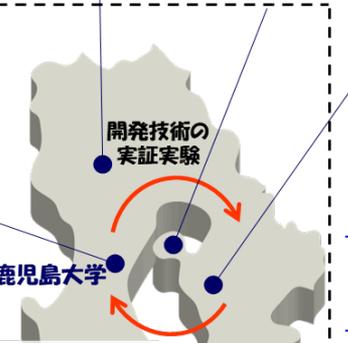
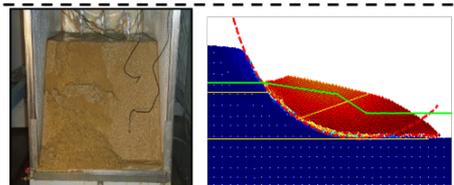
【事業の概要】
鹿児島大学の第3期中期目標である、「地域社会の課題解決につながる防災研究推進」「地域防災の課題解決とその地域社会への還元」の一環として、豪雨による土砂災害が発生しやすい、南九州地域を拠点とする実践的な防災・減災技術の開発拠点を整備する。

【期待される効果】
本学南九州・南西諸島域共創機構地震火山地域防災センターとの連携により、総合大学の利点を生かした学際的な地域防災研究の推進とその地域社会への還元が期待される。また、文部科学省の教育関係共同利用拠点到認定される高隈演習林の共同利用ネットワークの強化や実践的な研究推進が期待される。土砂災害が発生しやすい南九州地域に、国内外の研究者、学生、技術者が集う実践的な防災教育研究拠点が整備されることで、共同利用・共同研究体制の充実化とそれに伴う防災研究力の強化が期待される。さらに、土砂災害に対する知識や技術を地域防災の課題解決に活用することができ、国内外に展開することができる人材の輩出につながる。

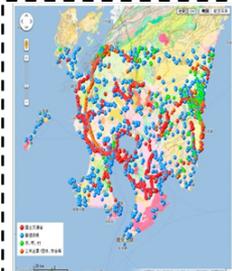
【求められる人材】
海洋土木PGにおいて修得する海洋土木工学に加え、地質学、機械工学、電気電子工学、情報工学等の内容、および地盤情報データベース活用のための数理データサイエンスやAI技術を修得したSTEAM人材が求められる。

【必要な人材の育成に関連の強い科目】
 <地盤環境工学特論><土砂水理学特論>
 <地盤工学解析法><海洋土木工学特論>
 <サイバーセキュリティ特論><応用数学特論>
 <研究倫理><研究インターンシップ>
 <修士論文特別研究「裸地面における蒸発効率の水分依存性に関する数理モデルの提案」「溝之口川流域を対象とした降雨流出モデルの構築および浮遊砂流出予測に関する検討」「間隙水圧の現地計測データに基づく降雨量と地下水位の関係に関する考察」「二次元マルコフ連鎖を用いた橋梁群の劣化予測手法の構築と維持管理への活用」等>
 <先端科学特別講義「津波・高潮防災と港湾施設の粘り強い化技術(国研 海上・港湾・航空技術研究所下迫健一郎氏)」「インフラの維持管理からアセットマネジメントへ(京都大学 河野広隆教授)」「SIP開発技術の社会実装に向けた取り組み(株共同技術コンサルタント松永昭吾氏)」「土木の意義と魅力の伝え方、そして未来の担い手発掘(一社ツタワルドボク 片山英資)」「東日本大震災で得られた知見や教訓を予期される南海トラフ巨大地震対策に活かす-四国地域での具体的な取り組み-(香川高専 柳川竜一准教授)」等>

土砂災害が発生しやすい南九州地域を拠点とする実践的な防災・減災技術開発拠点の整備



防災・減災に関する調査、観測・計測、対策技術の実用化に向けた開発や検証の屋外試験の提供(企業との共同開発)
技術講習会の実施(技術者の養成)



鹿児島版地盤情報データベース
防災・減災に関する調査、観測・計測、対策技術の研究成果を、データベースに蓄積し、将来の防災・減災対策に生かす。

- 新しい防災・減災技術の開発→地域の企業の技術向上
- 地域の防災に関わる人材の育成→地域の防災力の向上
- 鹿児島版地盤データベースの構築→地域の技術力の向上

地域産業創成課題のテーマ その4

地域特性を活かした新たな資源循環システムの構築

【課題と目的】

県内で生産される様々な農作物や特産品の出荷・加工の際には、農作物残渣や加工残渣が多く発生するが、その大部分は産業廃棄物として廃棄されているのが現状である。特に、焼酎粕などの地域特有の残渣類を、沿岸域の漁場環境向上のための肥料や、養殖魚類あるいは家畜の飼料とする、新しい資源循環システムを提案する。

【検討内容】

- ①加工および農産物の残渣類が含有する栄養成分の現状分析
- ②発酵・乾燥処理による資源循環システムによって再資源化された肥料および飼料の成分分析とその効果
- ③肥料および飼料の利用目的に応じた残渣類の最適配合の検討

【研究体制】

- ・工学分野WG システムの適用性検討(工学系&関連業界)
- ・農学分野WG 農学分野における効果の確認(農学系&関連業界)
- ・水産分野WG 水産分野における効果の確認(水産系&関連業界)

<VFD(超高速減圧発酵乾燥システム)>

- ◆ 大幅な有機物処理の減量化
水分を発酵乾燥処理することで処理物の体積を80~95%減量
- ◆ 超高速発酵乾燥処理
通常6カ月程度を要する有機物処理を、数日で肥料・飼料として資源化
- ◆ 悪臭の発生防止
悪臭の原因となるアンモニアを発酵処理する菌の共生により悪臭を防止

鹿児島大学が理工学研究科に、学内(理工学、農学、水産学)、民間、自治体が連携する **CRS資源循環システム共同研究講座**を設置(令和2年4月~令和4年3月)
パートナー企業: CRS株式会社
(南日本新聞 2020年11月17日)



薩摩川内市入来町に設置された産学共同研究施設



VFD: 農産物・海産物・焼酎かす等の廃棄処理される有機物を短期間で発酵乾燥処理を行い、肥料、飼料、燃料などの有価物としての再資源化することができる

体積減量率
80~95%

【求められる人材】

化学工学PG、化学生命工学PGにおいて修得する化学工学、化学生命工学に加え、農学、水産学、海洋学、機械工学、電気電子工学、情報工学等の内容、およびデータベース活用のための数理データサイエンスやAI技術を修得したSTEAM人材が求められる。

【必要な人材の育成に関連の強い科目】

<環境分析化学特論><生物有機材料化学><生体環境リスク基礎特論><生体材料工学特論><サイバーセキュリティ特論><応用数学特論><研究倫理><研究インターンシップ><修士論文特別研究「固体環境試料から溶出するフッ素の鉱物中への不溶性機構の解明」「エージングにより生成する鉱物を用いた石炭灰からの有害元素溶出抑制技術の開発」「高分解能GC/MSを用いた下水中の揮発性硝化阻害物質の網羅的探索」「進行波イオン移動度分析における分析種の有効温度推定方法の開発」等><先端科学特別講義「精密質量分析の基礎」「環境質量分析学」「分光分析の基礎と最近の話題ー化学を中心にー」「材料創成と物質分離への超音波の応用」「流動層プロセスと流動状態の可視化」等>

地域産業創成課題のテーマ その5

日本発バイオ医薬品の基盤技術開発に向けた拠点整備

【背景】

がんや自己免疫疾患、難病治療に向けたバイオ医薬品の開発は、世界中でしのぎを削られているが、より効果の高いバイオ医薬品開発のための新たな技術革新が求められている。鹿児島大学では、ペプチドを用いた抗体等と医薬品の連結技術、抗体の精製技術、抗体による検出技術を含め、多くの特許出願を行ってきた。これらの一部はすでに実用化され、産業応用も進んでいる。

【事業概要】

これまでに開発した技術に基づいた世界展開事業を推進するため、鹿児島を中心としたバイオ医薬関連技術開発のための研究拠点・技術拠点を整備する。並びにこの分野での人材育成のためのシステム構築、さらにそれらをコアとした企業誘致を目標としており、これにより、新たなバイオ医薬品開発に向けた鹿児島での産業振興を達成する。

【具体的な内容】

①ペプチドを用いた連結技術による高機能抗体医薬品作製の基盤技術、②抗体の精製技術、③抗体を使った高感度検出・診断技術の実用化に向けた拠点を整備し、これら技術の深化・融合を行うことで新たな革新技術の開発を進めるとともに、これらの技術開発を実施するための人材を、鹿児島大学(理工学研究科、医歯学総合研究科)を中心とした組織にて育成する。

この拠点整備に向け、地方大学・地域産業創成交付金事業を利用した鹿児島大学と鹿児島県の支援による研究技術センター(抗体製造ユニット、ペプチド製造ユニット、コンジュゲート製造ユニット)の設置を行い、ここをコアとする医薬・バイオ関連の企業誘致、必要な人材育成教育(大学・大学院教育、専門分野セミナー開催)を進める。

＜想定される応用分野、製品、市場＞

応用分野: 医療・医薬品、検査試薬、精製プラント開発分野
製品: バイオ(抗体)医薬品、診断薬、検査薬、バイオ医薬品精製カラム
市場: 地域国内ではなく、世界市場を見据えた展開を想定

➡ **鹿児島から新たな知の維新を発信**

＜社会人博士の受入れ実績(2013～現在)＞
 パナソニック㈱(2)、アーケ・リソース㈱(2)
 ㈱新日本科学(名)協和発酵キリン㈱(2)
 味の素㈱(1)、デンカ㈱(1) (計9名)

技術関連特許: 22件

出願人: 鹿児島大
 発明者: 伊東祐二
 出願番号、*登録済
 2008-542212*
 2012-517284*
 2013-530055*
 2013-547203*
 2013-212343*
 2013-247023*
 2017-519419*
 2018-551692
 2018-559466
 2017-523879
 2017-118735
 2018-078487
 2018-120476
 2018-120477
 2018-142584
 2018-145323
 2018-192083
 2019-080434
 2019-193830
 2019-096155
 2020-076***
 2020-6****

(研究背景)
 ・バイオ(抗体)医薬品の世界的隆盛
 ・ファージライブラリ技術によるペプチド、抗体設計・作製に対する基盤技術の確立(下)
 ・鹿児島大学、伊東祐二による多くの関連特許(左)

鹿児島県
 研究支援センター→
 技術支援教育支援→
 人材再教育

鹿児島大学
 研究拠点→技術の開発
 教育拠点→技術人材輩出



鹿児島
 企業
 研究拠点→実用化研究
 生産拠点(工場)→雇用確保

大型研究費による基盤研究の充実: 総計6億2766万円(近年の主要なもののみ)

- 1) AMED先端的バイオ事業(2020～2024年度)、代表
- 2) AMED医療研究開発革新事業(2018～2021年度)、分担
- 3) AMED医薬品等規制調和事業(2020～2022年度)、分担
- 4) AMED革新的バイオ事業(2014～2018年度)、代表
- 5) 民間企業との共同、受託研究費等: 2020 7件、2019 3件、2018 4件、2017 10件、2016 5件、2015 3件

【求められる人材】

化学工学PG、化学生命工学PGにおいて修得する化学工学、化学生命工学に加え、医学、薬学、機械工学、電気電子工学、情報工学等の内容、およびデータベース活用のための数理データサイエンスやAI技術を修得したSTEAM人材が求められる。

【必要な人材の育成に関連の強い科目】

＜タンパク質化学特論＞＜生体機能制御化学特論＞＜生体分子親和機構論＞＜分光分析特論＞＜生体高分子化学＞
 ＜サイバーセキュリティ特論＞＜応用数学特論＞
 ＜研究倫理＞＜研究インターンシップ＞
 ＜修士論文特別研究「ガン細胞を標的とした新規二重特異性抗体による活性化T細胞療法の基盤開発」「ガン特異的VHH抗体を用いた新規抗体薬物複合体の開発研究」「細胞透過性ペプチドを用いた核酸医薬品の細胞内輸送システムの開発」「ホタル生物発光を阻害するアルパカ抗体が機能を発揮するメカニズムの解明」等＞
 ＜先端科学特別講義「アミノ酸・ペプチドと医薬化学(長崎大学 田中正一教授)」「タンパク質でセンサーを作る: タンパク質工学とケミカルバイオロジーによるテラーメイド検出系の創出(東京工業大学 上田宏教授)」「創業のための化学—軸不斉が教える分子の立体構造—(帝京大学 高橋秀依教授)」「がんの合理的な治療(医歯学研 古川龍彦准教授・河原康一講師)」「2次リンパ組織移植技術を用いた高機能抗体の創出、学生ベンチャーからの挑戦(㈱リバネス 井上浄氏)等＞

ご清聴ありがとうございました。

海洋土木工学プログラム

<https://www.oce.kagoshima-u.ac.jp/>

