

# 中央アフリカ・ザンビア国を対象とした耐候性鋼橋梁の 普及促進を目指した腐食環境調査と補修工法の提案

---



岐阜大学工学部  
社会基盤工学科防災コース  
准教授 木下 幸治

# 耐候性鋼橋梁のわが国での課題とアフリカの環境

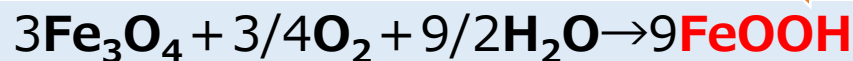
## わが国における異常腐食

飛来塩分・凍結防止剤に含まれる塩分等により保護性のない異常腐食が発生

活性さび酸化還元サイクル



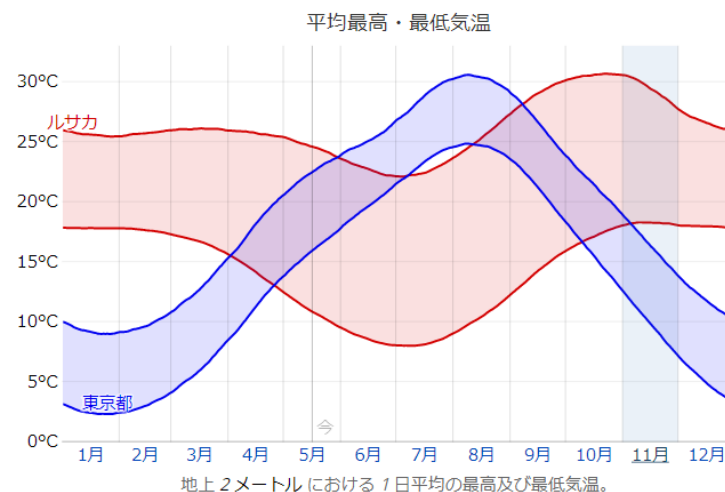
$\beta, \gamma$



乾湿繰り返しで活性さびが腐食を促進



## 中央アフリカ・ザンビア



わが国で培った耐候性鋼橋梁における世界最先端の維持管理上の問題点の改善案を踏まえた維持管理システムもパッケージ化して海外展開??

# 目的とスケジュール

## 1. 昨年度の活動の継続，腐食環境調査準備・実施（2020年度）

- 外観調査，さびサンプル採取/分析，環境調査用試験片/ACMセンサ等設置。
- 渡航困難のため，計測機器等をザンビア国へ郵送し，計測開始予定  
（ザンビア大学了承→RDA調整中。ただし盗難に注意）
- 耐候性鋼橋梁腐食環境の調査に向けたさび組成分析手法の高度化  
日本と環境が大きく異なるザンビア国に建設された耐候性鋼橋（Kafue橋）の腐食状況調査，並びに耐候性鋼曝露試験に向けて，まず耐候性鋼材の腐食状況をより詳細に明らかにするために，耐候性鋼上に生成したさび層の組成分布を観察する方法を発展させた。

## 2. ザンビア国の耐候性鋼橋梁の不具合調査と補修工法検討（2020-2022年度）

- 国内耐候性鋼橋梁の適用の現状，設計，維持管理，並びに耐候性鋼橋梁の不具合に関する調査のため，道路管理者であるRDAにヒアリングを実施。
- ザンビア国の耐候性鋼橋梁に適した新たな補修工法の提示（補修工法の検討）  
従来わが国では耐候性鋼橋の異常腐食の補修工法として，主に塗装が行われているが，塗装を用いずに異常腐食部の環境を変化させることで，耐候性鋼材の緻密なさびを再生成させる新たな補修工法の検討を行った。

## 3. 腐食環境調査取りまとめと維持管理法・補修法提案（2022年度）

# 今後の研究活動予定：本日の中間報告

## 1. 昨年度の活動の継続，腐食環境調査準備・実施（2020年度）

- 外観調査，さびサンプル採取（**ザンビア大学より日本へ郵送**） / 分析，環境調査用試験片/ACMセンサ等設置.
- 渡航困難のため，計測機器等をザンビア国へ郵送し，計測開始予定  
**（ザンビア大学了承→RDA調整中. ただし盗難に注意）**
- **耐候性鋼橋梁腐食環境の調査に向けたさび組成分析手法の高度化**  
日本と環境が大きく異なるザンビア国に建設された耐候性鋼橋（Kafue橋）の腐食状況調査，並びに耐候性鋼曝露試験に向けて，まず耐候性鋼材の腐食状況をより詳細に明らかにするために，耐候性鋼上に生成したさび層の組成分布を観察する方法を発展させた.

## 2. ザンビア国の耐候性鋼橋梁の不具合調査と補修工法検討（2020-2022年度）

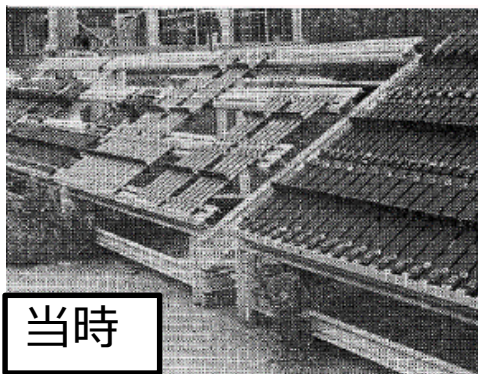
- 国内耐候性鋼橋梁の適用の現状，設計，維持管理，並びに耐候性鋼橋梁の不具合に関する調査のため，道路管理者であるRDAにヒアリングを実施.
- ザンビア国の耐候性鋼橋梁に適した新たな補修工法の提示（**補修工法の検討**）  
従来わが国では耐候性鋼橋の異常腐食の補修工法として，主に塗装が行われているが，塗装を用いずに異常腐食部の環境を変化させることで，耐候性鋼材の緻密なさびを再生成させる新たな補修工法の検討を行った.

## 3. 腐食環境調査取りまとめと維持管理法・補修法提案（2022年度）

# 大気暴露期間41年(現在)の耐候性鋼溶接継手の活用

## これまでの試験【41年】

- 期間：1977年～2018年
- 場所：トピー工業



当時

## これからの試験【+60年】

- 期間：2018年～2077年  
+約60年行い，合計100年目標
- 暴露に用いられた架台は再利用
- 場所：施工技術総合研究所  
瀧上工業



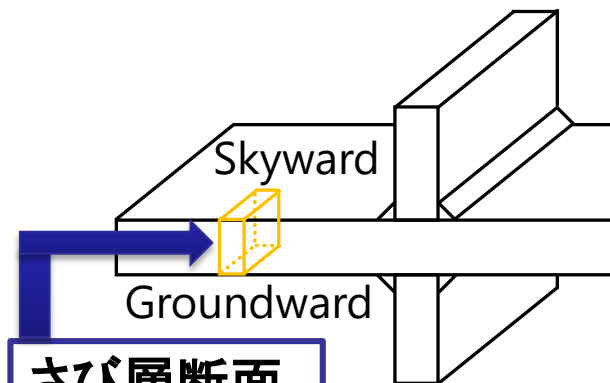
## 耐候性鋼試験体【41年】

### Skyward surface

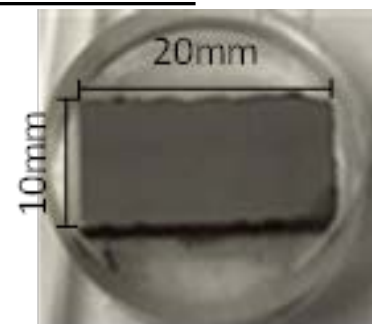


Dense rust

### The cross-section of the specimen



さび層断面



### Groundward surface



Bigger rust

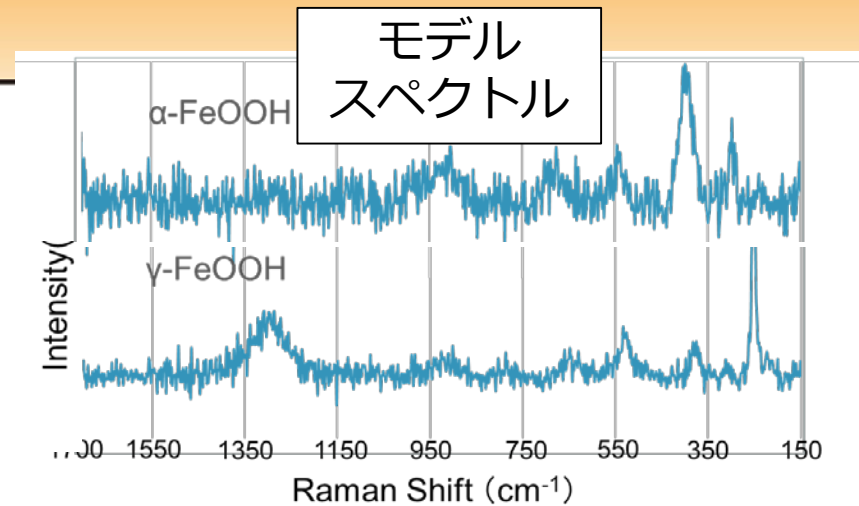
Dense rust

- 1) 山田ら，大気暴露された無塗装の耐候性鋼および普通鋼溶接継手の疲れ強さ，土木学会論文報告集，1983.9
- 2) 近藤ら，25年間大気暴露した耐候性鋼と普通鋼溶接継手の疲労強度，土木学会論文集，2007.7
- 3) 近藤ら，10年間大気暴露した耐候性鋼と普通鋼溶接継手の疲労挙動，土木学会論文集，1994.4

# さび層断面の組成分析

## ラマン分光光度計によるマッピング分析

大気暴露期間41年の耐候性鋼のさび層断面を2.5 $\mu\text{m}$ ごとに約7万点測定（2日半）。各点で得られた波形と、波形が特徴的な $\alpha$ 、 $\gamma$ -FeOOHのモデルスペクトルとを比較し、各組成の存在箇所を判定



SEM像

エポキシ樹脂

Skyward surface

地鉄

マッピング像

エポキシ樹脂

 $\gamma$ -FeOOH

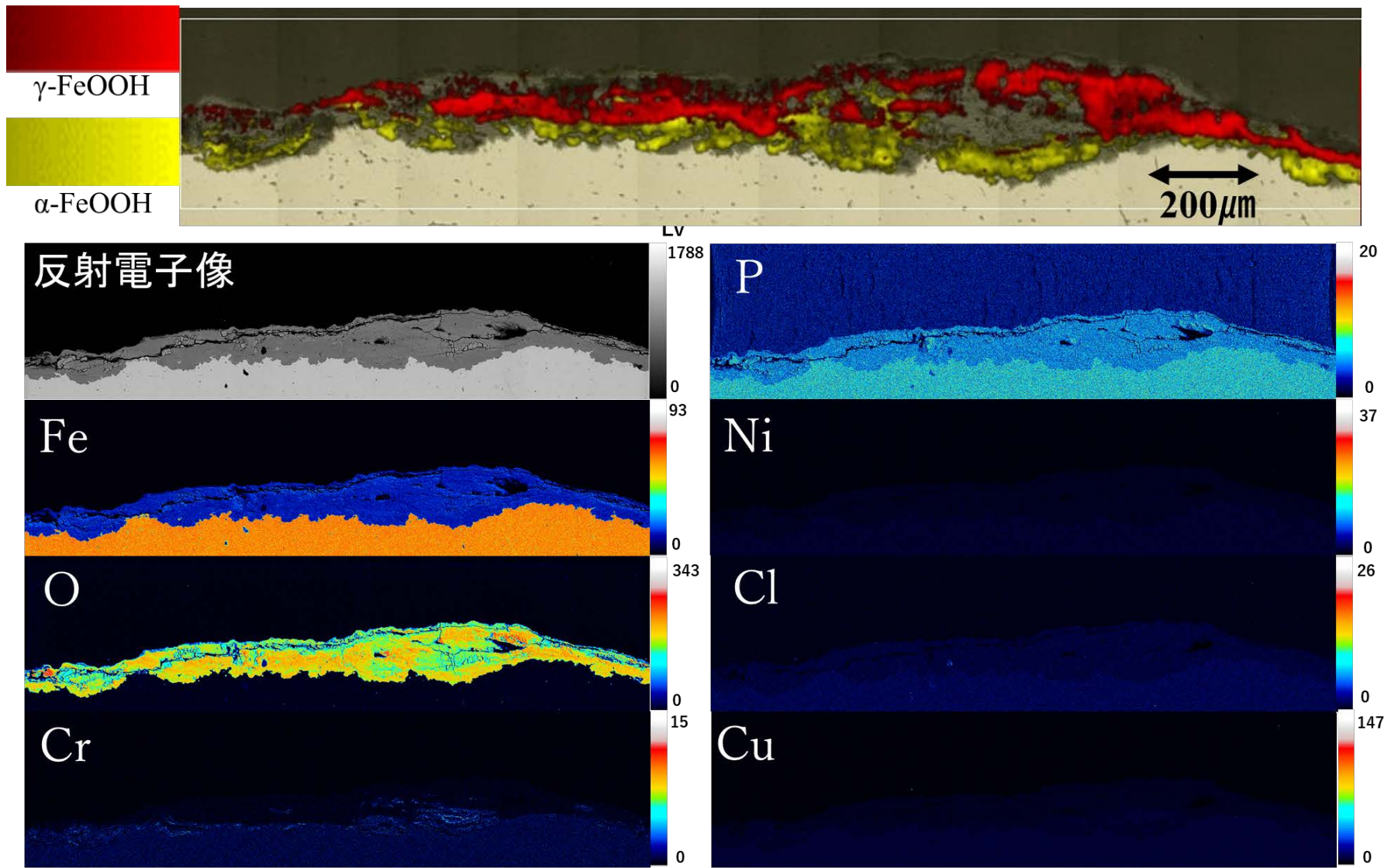
Skyward surface

地鉄

 $\alpha$ -FeOOH200 $\mu\text{m}$ 

$\alpha$ -FeOOHが内層側， $\gamma$ -FeOOHが外層側に分布→四半世紀の結果と一致

# さび組成と元素分布の比較



地鉄付近さび層クラック無の緻密層.  $\alpha\text{-FeOOH}$ 層にCrの濃化が確認. 地鉄付近にCl無. Oの濃化位置と $\alpha\text{-FeOOH}$ と $\gamma\text{-FeOOH}$ の分布が概ね一致.