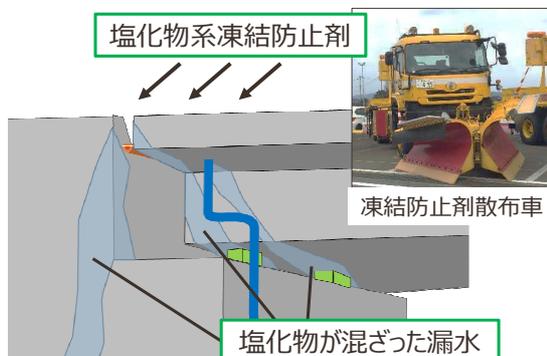


## 研究背景:凍結防止剤による腐食損傷について

道路の凍結防止のために塩化物系の凍結防止剤が散布



凍結防止剤による腐食事例



凍結防止剤による腐食促進の抑制 『非塩化物系凍結防止剤』

腐食抑制を目的に開発。塩化物系と比べ、鋼材腐食性小<sup>1)2)</sup>

1) 佐藤ら：新たな非塩化物系凍結防止剤の開発に関する研究，2015。 2) 宮本ら：凍結防止剤の金属腐食防止に関する一考察，1994

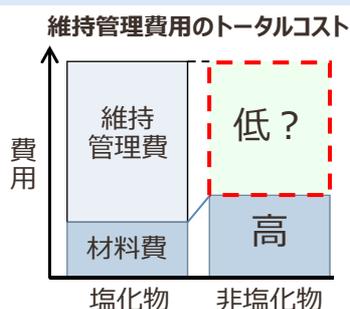
1

## 提案する技術:非塩化物系凍結防止剤を用いた維持管理戦略

非塩化物系凍結防止剤のコスト

- 塩化物系と比べて高額
- + 腐食を抑制できれば，維持管理費の低減が見込まれる

そこで！  
食品添加物として使用されており，  
量産・価格の低下が期待される  
新たな非塩化物系凍結防止剤



**プロピオン酸ナトリウム (プロナト)** に着目！

検討項目

- 塩化物系凍結防止剤によって既に生成されている錆の腐食進行抑制効果を乾湿繰返し試験により検討。  
ここでは，質量増加量とフーリエ変換赤外分光法 (FT-IR) を用いた錆の組成推定に基づき評価

2

鋼橋の維持管理全体の高度化に関する  
ワークショップ

### 乾湿繰返し試験

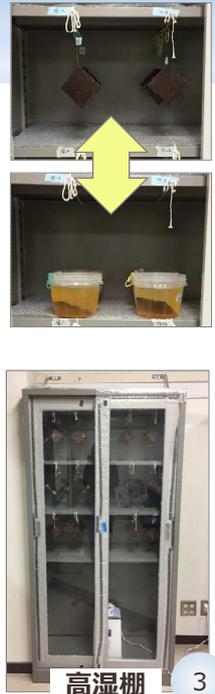
塩ナト, プロナト, イオン交換水,  
塩プロ配合物 ; 塩ナト : プロナト = 9 : 1 ~ 5 : 5 (n=3)

→ プロナトの腐食抑制効果+コストダウン

◆試験期間  
 シリーズ1 : 2016/8/1 ~ <176回経過>  
 シリーズ2 : 2016/10/17 ~ <121回経過>  
 シリーズ1はバラつき大⇒シリーズ2にて検討を進めた

\* 129回, 74回終了時より, より腐食を促進するため  
 相対湿度74%以上<sup>3)</sup> の高湿度下にて試験を行った.

⇒ 高湿度を維持するために加湿器を導入, 棚を改良






シリコンシーラントにより  
隙間を塞ぐ

加湿器

おんどり

高湿棚

3) 三木ら：現代の橋梁工学，数理工学社，2004.

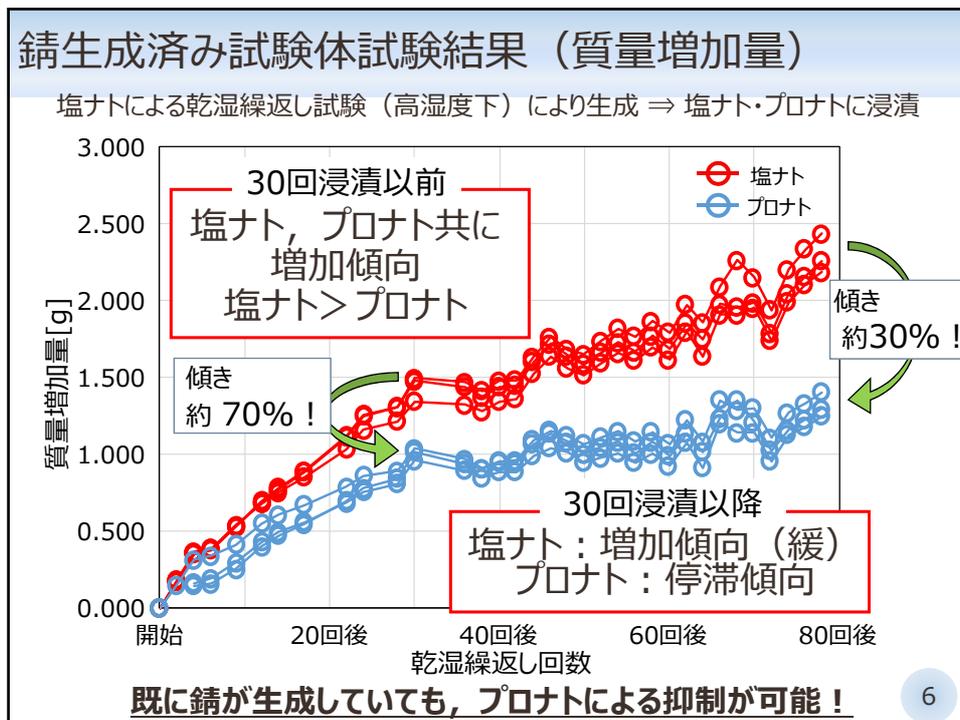
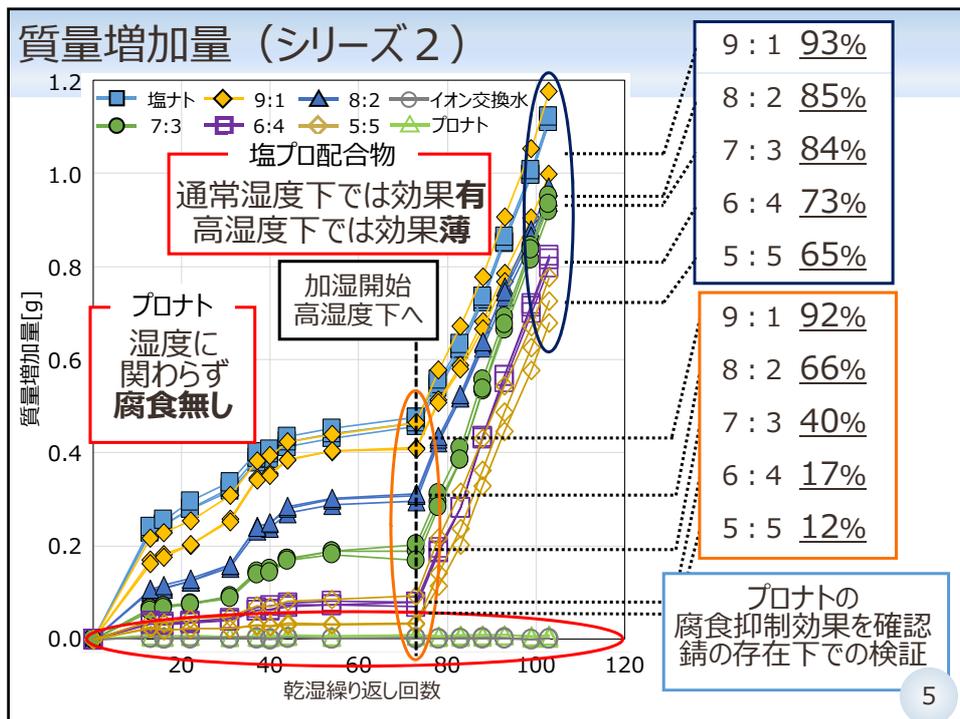
### 外観 (シリーズ2 : 104回乾湿繰返し終了時)

塩ナト	9 : 1	8 : 2	7 : 3
			
6 : 4	5 : 5	プロナト	イオン交換水
			

素地が見えている 錆は確認できない  
 プロナト及びプロナト配合物で腐食が抑制されている

4

土木学会関西支部  
鋼橋の維持管理全体の高度化に関する  
ワークショップ



鋼橋の維持管理全体の高度化に関する  
ワークショップ

### 試験結果（外観）

	開始	27回終了	80回終了
塩ナト			
プロナト			

プロナト試験体  
光沢部分が出来た

↓

- 光沢部分にプロナトが残留し、腐食を抑制？
- 光沢無し部では腐食が進行？

光沢部の面積を画像計測 … 3体平均**26.0%**  
⇒ 30回浸漬以前の傾き70%に概ね一致  
ただし、30回浸漬以降はより抑制されている

**錆の組成から抑制効果を判断 ⇒ FT-IR**

7

### フーリエ変換赤外分光法による検証

◆フーリエ変換赤外分光法  
Fourier Transform Infrared Spectroscopy ; FT-IR  
赤外線を利用した振動分光法<sup>4)</sup>。分子の構造を推測することが可能<sup>5)</sup>

◆測定方法

<反射法>  
試験体表面から、金属表面まで赤外線が進行  
⇒錆層中に含まれる全てのスペクトルが得られる  
(干渉したスペクトルが現れる)

<KBr錠剤法>  
錆を採取し、KBr粉末と混合し錠剤を成型。  
赤外線を透過させ測定  
⇒局所的なスペクトルが得られる

赤外線

採取

錆層

鋼板

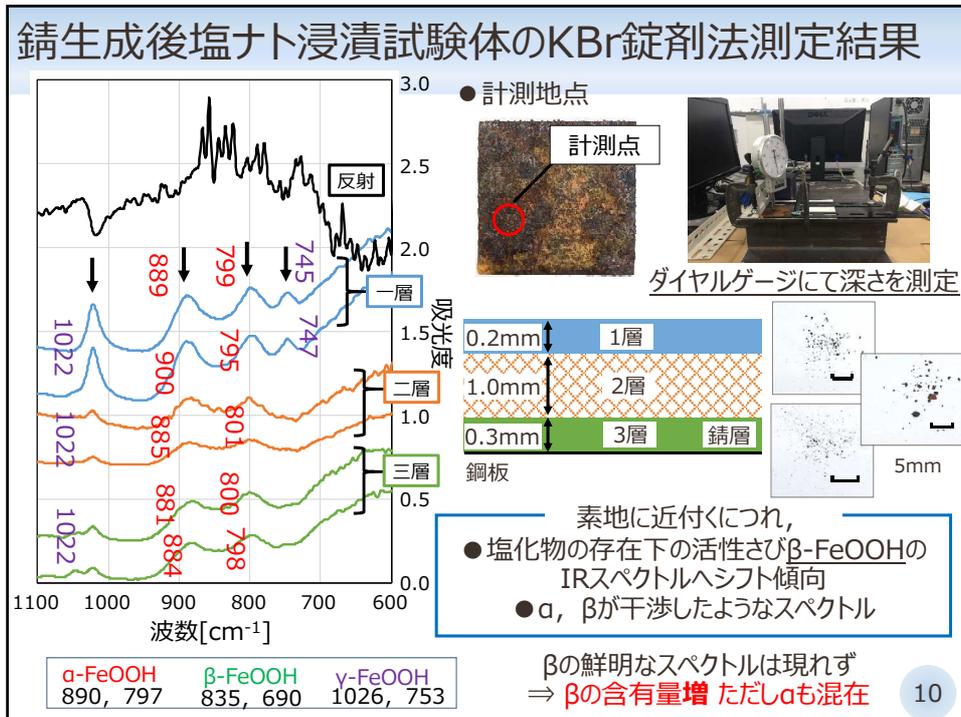
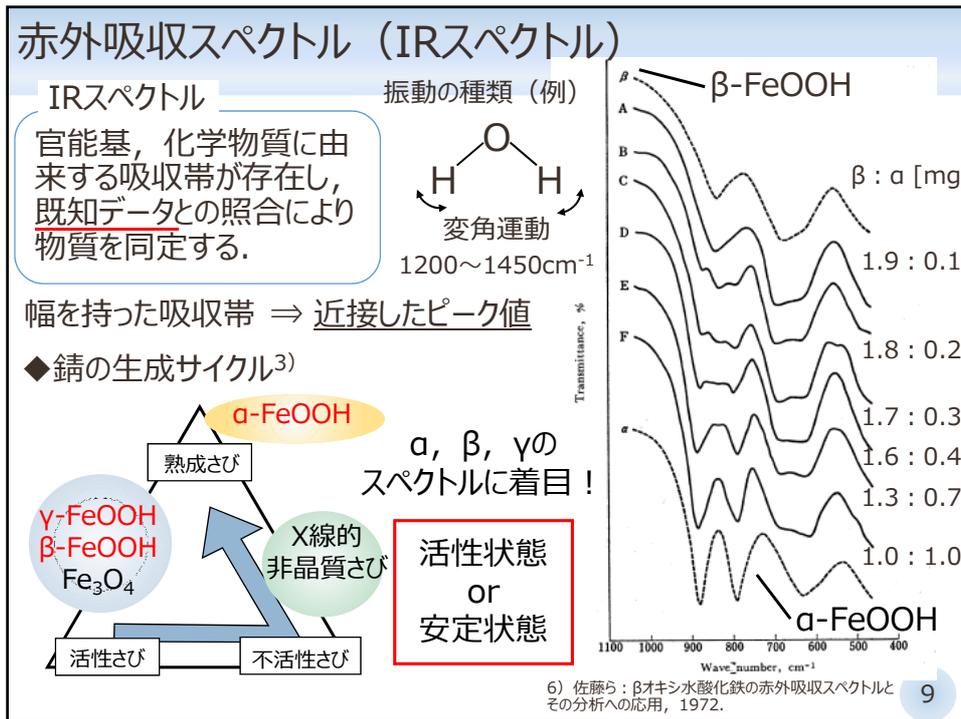
錆+KBr粉末

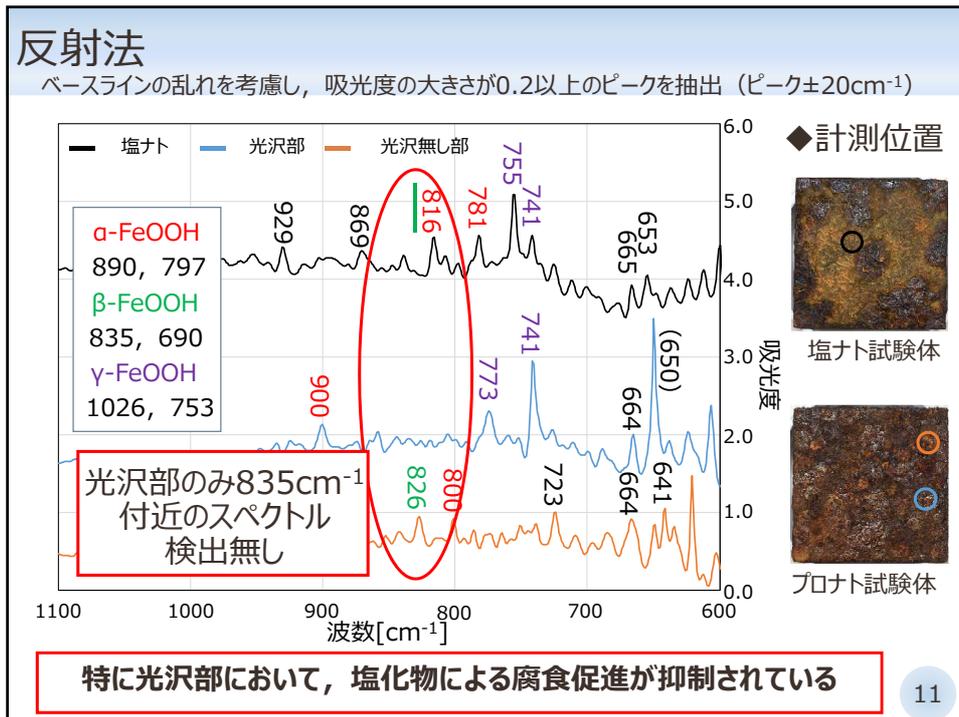
赤外線

KBr錠剤法により存在し得るスペクトルを判定  
反射法により錆の組成を推察

8

4) 大西 晃宏：フーリエ変換赤外分光法，2011。 5) 新津ら：10年使える有機スペクトル解析，三共出版，2005。





### 結論

#### ブラスト試験体

- ◆160回の乾湿繰返しサイクルを経たプロナト試験体において、質量増加量及び外観から腐食の進行は確認できず、高い腐食抑制効果を確認。
- ◆塩プロ混合物について比較検討した結果、試験期間の長期化、及び高湿度下への移行により腐食抑制効果は低下した。5：5の配合量では、通常下では塩ナトの約12%、高湿度下では約65%の抑制量であった。

#### 錆生成済み試験体

- ◆質量増加量による検討より、プロナト試験体において、30回の乾湿繰返しサイクル終了時付近より質量増加率が低下し、腐食進行が抑制された。
- ◆FT-IRによる測定では、試験体光沢部において塩化物による活性さびであるβ-FeOOHが同定できなかったことから、塩化物による腐食促進が抑制されていると言える。

12