



平成26年度第4回金属資源関連成果発表会

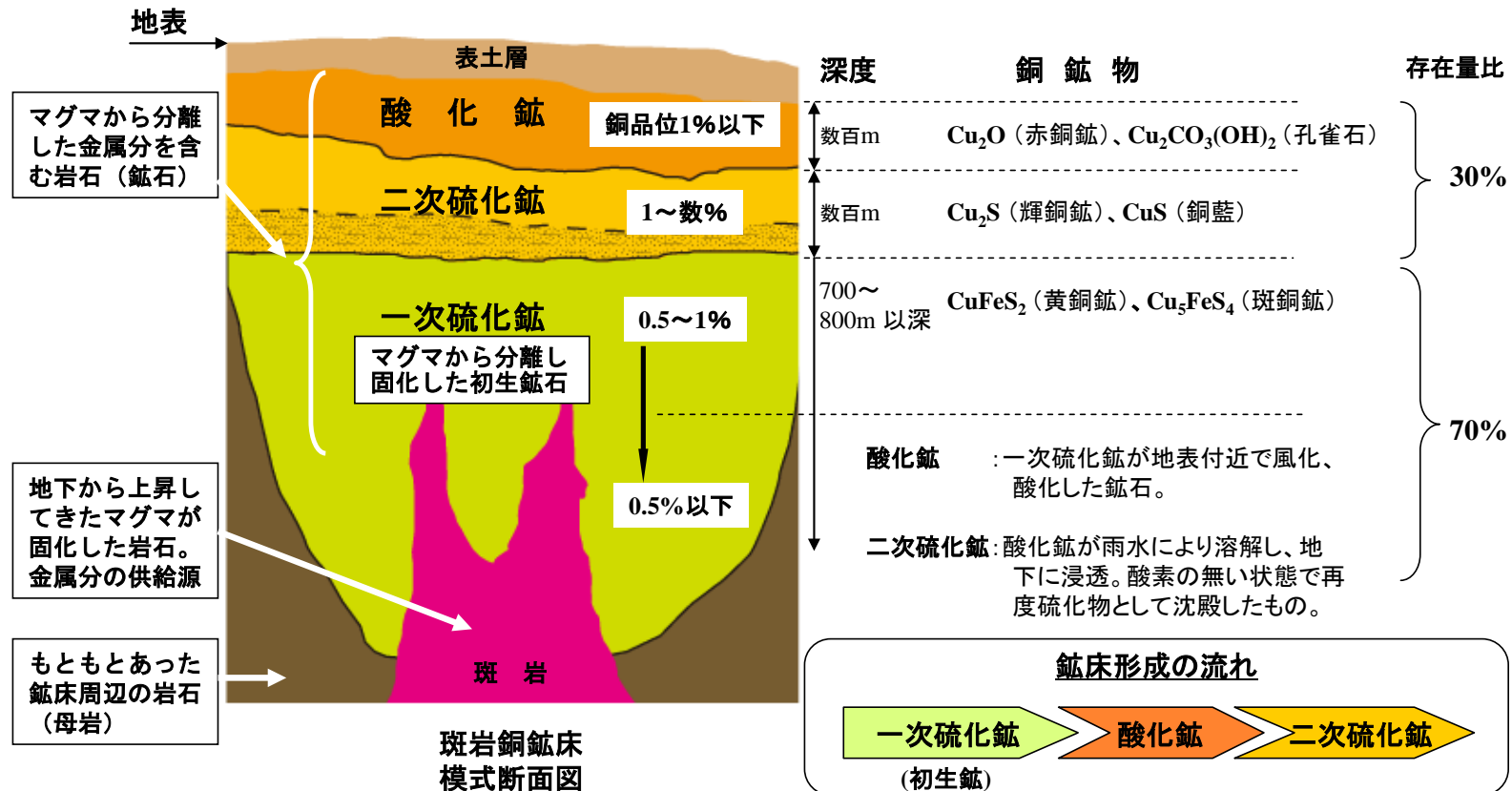
バイオリーチング事業の進捗について

金属資源技術研究所
神谷 太郎

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

(1) 銅の湿式製錬技術とバイオ・リーチングの現状

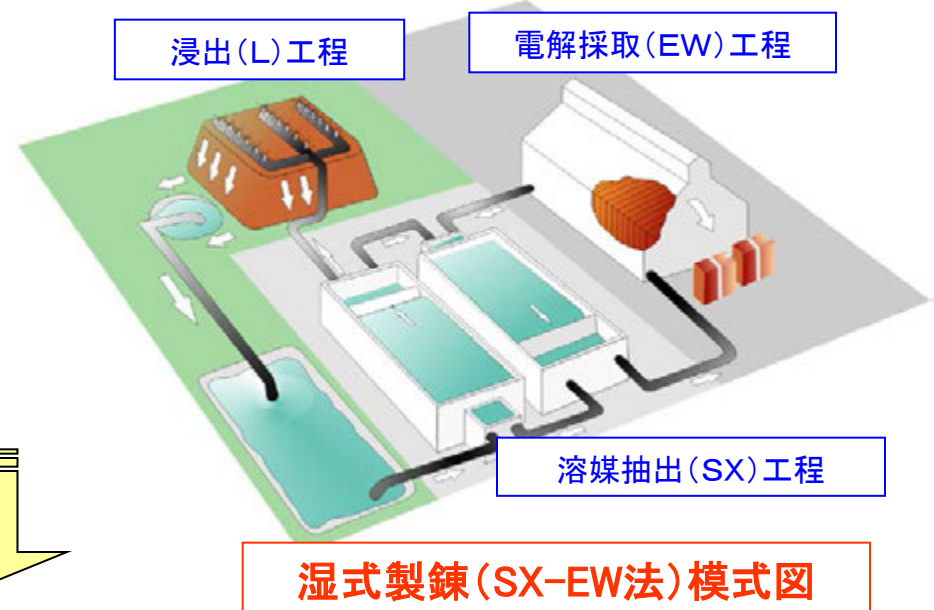
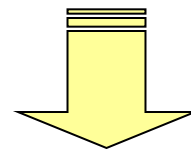
- 世界の銅資源の約65%を占める斑岩銅鉱床は、通常、地表部から深部に向かい、酸化鉱物帯、二次硫化鉱物帯（二次富化帯）、一次硫化鉱物帯で構成される。



・初期投資、操業コスト低減、さらにはコスト競争力、環境問題等の観点から、これまで低品位のためズリであった酸化亜鉛が湿式製錬(SX-EW法)の技術開発の結果、亜鉛石となる(通常、乾式製錬で処理される硫化亜鉛に対してもその適用拡大に向けた研究が世界で展開中)

・硫化亜鉛を湿式製錬で処理する場合の問題点は、その浸出速度が遅く経済的に銅を回収できないこと。このため、バイオ等を活用した浸出速度向上に関する研究が盛んに実施される。

・二次硫化亜鉛の湿式製錬は確立され、実操業化しているが、一次硫化亜鉛は実操業化の事例がない。



低品位一次硫化銅亜鉛を対象としたバイオリーチング研究の実施

(2) 目的

我が国民間企業の海外鉱山開発を支援する

⇒低品位銅鉱床を経済的に開発可能とする湿式製錬技術開発を実施

(3) 事業期間・実施場所

・事業期間:

第1期平成17～19年度(3年間)

第2期平成20～24年度(5年間)

第3期平成25年度～

・実施場所: 金属資源技術研究所
(秋田県鹿角郡小坂町)

基礎的な研究項目の一部については、大学等の研究機関と共同研究を実施することにより、部分的に連携。



金属資源技術研究所

(4)スケジュール(第2期～第3期)

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
1. カラム試験								
①二次硫化鉱	→							
②一次硫化鉱	→						-----→	-----→
2. バクテリアの検索・培養・能力評価								
①国内鉱山及び温泉地からの検索	→							
②実証試験対象鉱山からの検索			→					
3. 実証試験での検討								
①ミニプラント試験			→			-----→	-----→	
②現地実証試験				→			-----→	-----→

→ 実施済み

-----→ 予定

(1) フラスコ試験 (数g程度)

化学的基礎試験・バクテリアの性能試験

(1)



(2) カラム試験 (鉱石量: 5~15kg)

基礎的条件の検討

粒度、温度、アグロメレーション、硫酸濃度、
散布量、バクテリア接種効果の確認など。

(2)



(3) ミニプラント試験 (約4t)

パイロットプラント試験条件の検討及び課題抽出
パイロットプラント運転方法の確認

(3)



(4) 現地実証試験 (約200t × 4条件)

集大成の大規模試験

(4)



対象鉱山: アタカマ鉱山(チリ共和国)、鉱床タイプ: IOCG鉱床

銅品位: 1%前後

鉱石の特徴: 脈石として磁鉄鉱等の酸化鉄鉱物が非常に多く、斑岩銅鉱床の銅鉱石とは脈石の構成が非常に異なる。

<化学分析値>

	Cu (%)	Fe (%)	S (%)	Si (%)	Al (%)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)
アタカマ鉱山粗鉱(チリ)	0.734	18.5	1.81	23.6	5.14	1.31	1.68	2.86
斑岩銅鉱床粗鉱①	0.63	3.14	0.97	31.6	7.37	1.33	0.50	2.74
斑岩銅鉱床粗鉱②	0.39	4.72	1.45	28.8	8.06	1.37	2.46	2.20

<鉱物組成>

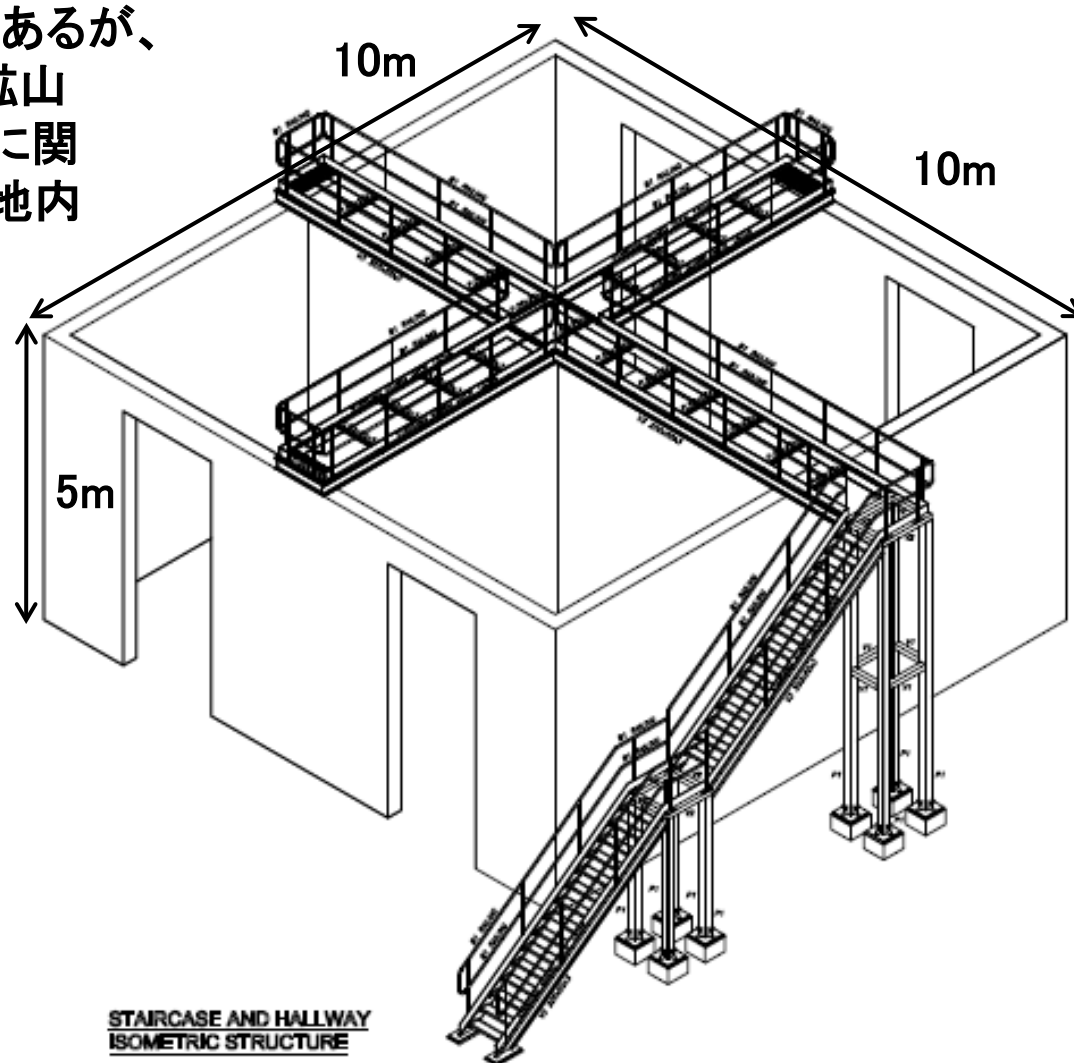
和名 英名 化学式	黄銅鉱 Chalcopyrite CuFeS ₂	斑銅鉱 Bornite Cu ₅ FeS ₄	輝銅鉱 Chalcocite Cu ₂ S	黄鉄鉱 Pyrite FeS ₂	磁鉄鉱 Magnetite Fe ₃ O ₄	赤鉄鉱 Hematite Fe ₂ O ₃	脈石 Gangue -
アタカマ鉱山粗鉱(チリ)	1.29	0.00	0.04	2.49	12.88	0.18	83.12
斑岩銅鉱床粗鉱①	0.94	0.00	0.02	1.50	0.10	1.00	95.8
斑岩銅鉱床粗鉱②	0.52	0.00	0.00	1.20	1.16	0.74	96.4

※アタカマ鉱山粗鉱はアタカマ・コーザン鉱山特約会社より平成22年度に提供された銅鉱石

①試験装置本体(Gavion)の模式図

本試験はJOGMEC単独の研究事業であるが、日鉄鉱業株式会社とアタカマ・コーザン鉱山特約会社から鉱石や場所などの提供等に関する協力関係を築き、アタカマ鉱山の敷地内で実施。

実施場所:アタカマ鉱山(チリ共和国)
主要銅鉱物:黄銅鉱(品位1%程度)
鉱床タイプ:IOCG鉱床銅粗鉱



②実証試験フロー

＜基本となる条件＞

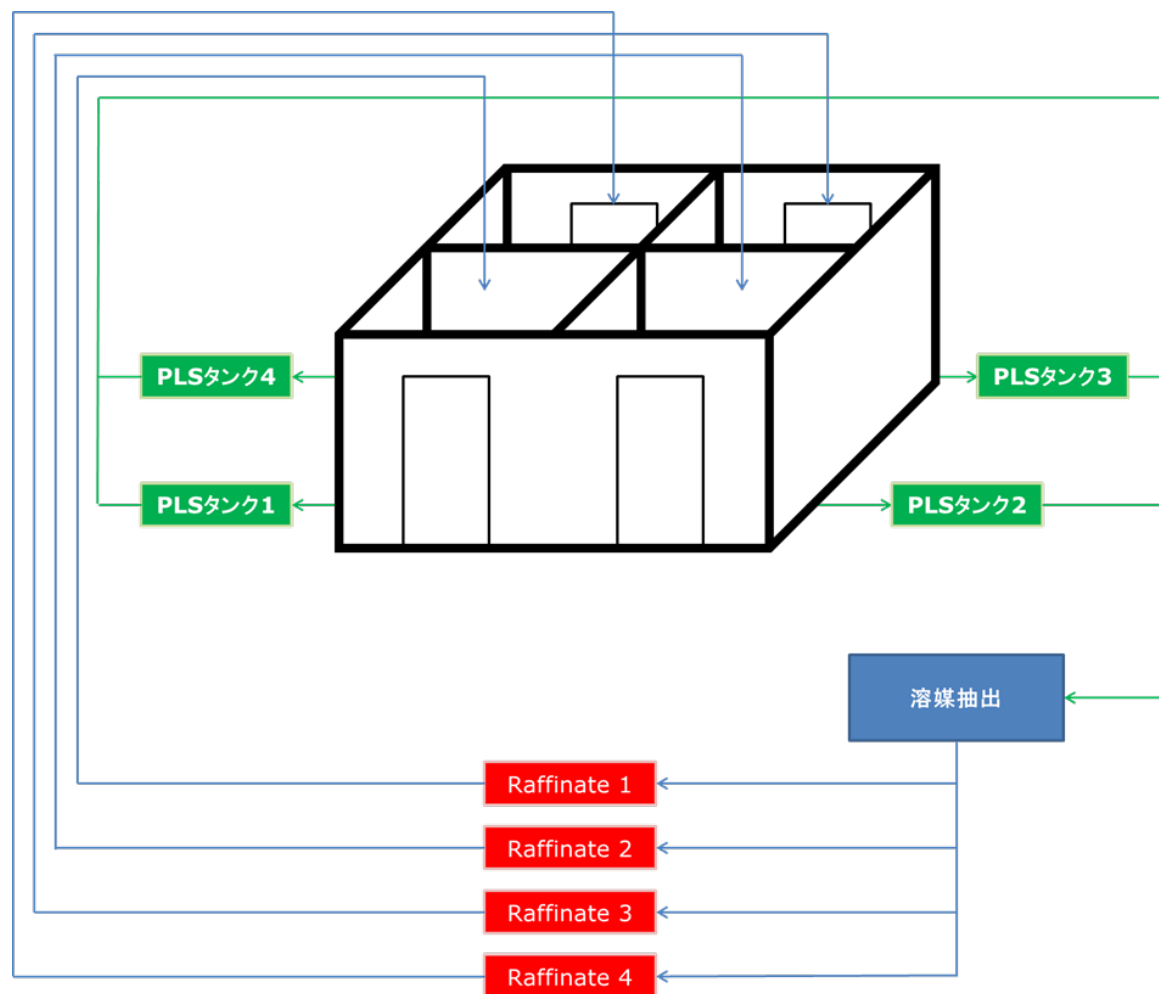
Gavionの寸法: 10m × 10m × 5m
(Gavion内部を4分割し、1槽は5m × 5m × 5m)

鉱石量: 約200 t × 4 条件

散布方法: ドリッパーによる散布

その他;

- ・槽内から浸出液を採取し、金属イオン濃度等进行分析
- ・槽内部の温度測定



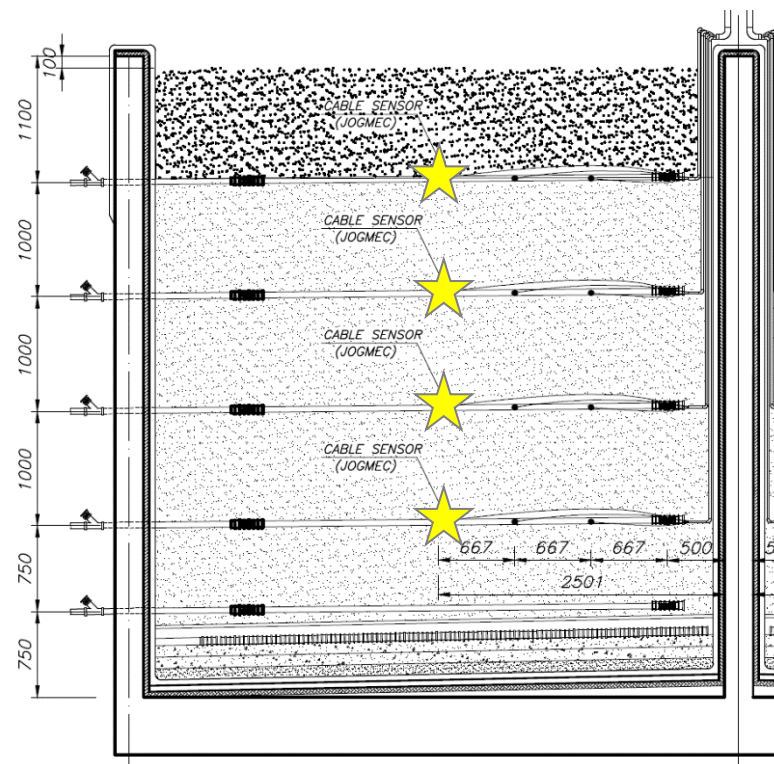
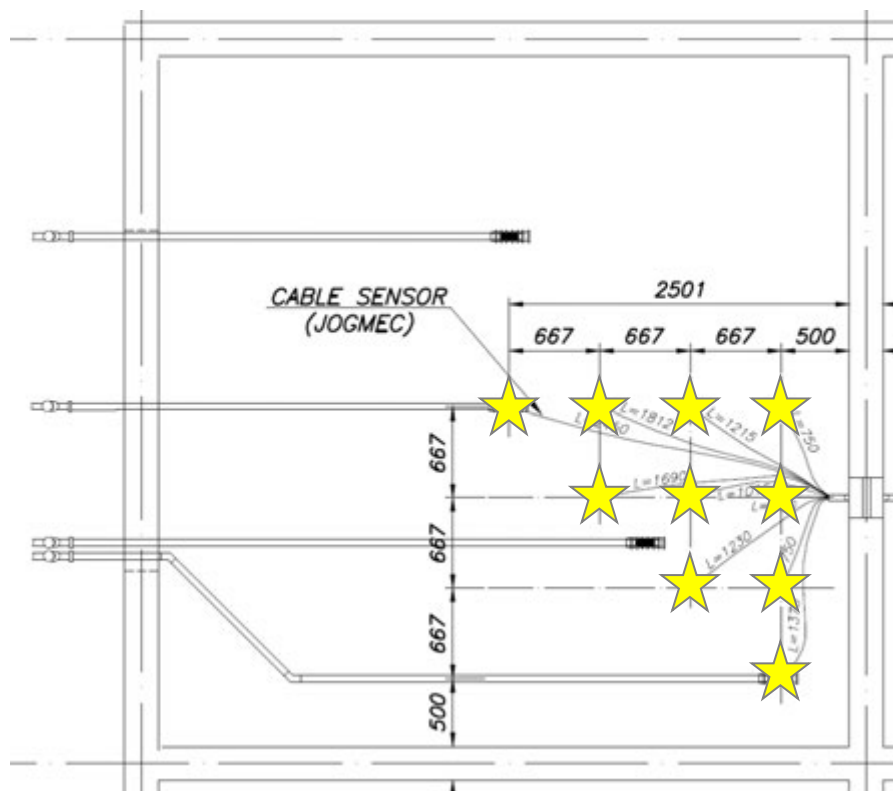




コンクリート壁と遮水シート
の間に断熱材を配置

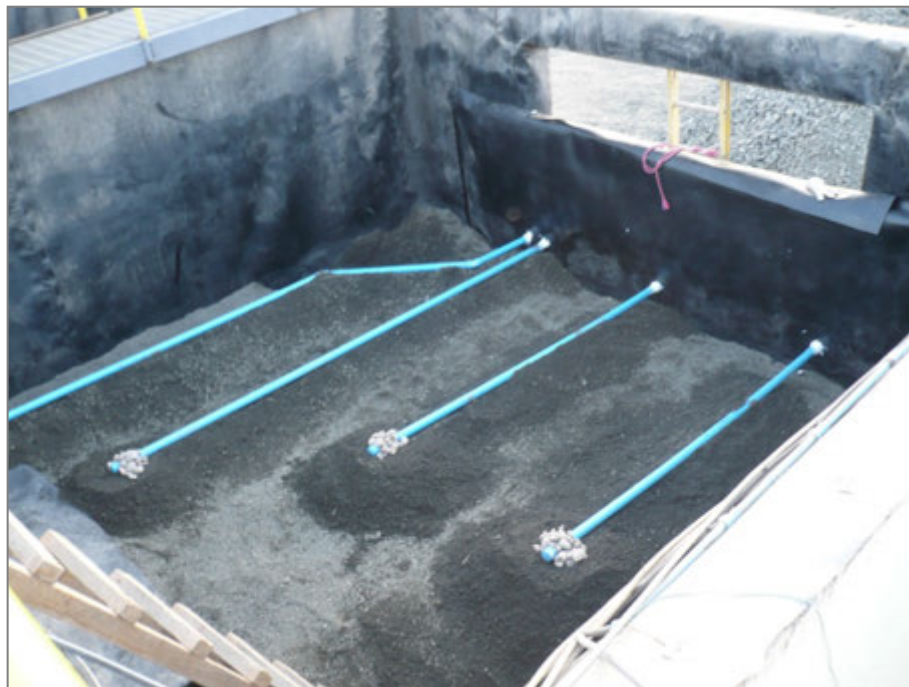


★熱電対



浸出液のサンプリング: 4箇所／レベル×5レベル=20箇所

温度測定: 10箇所／レベル×4レベル=40箇所



Gavion内部



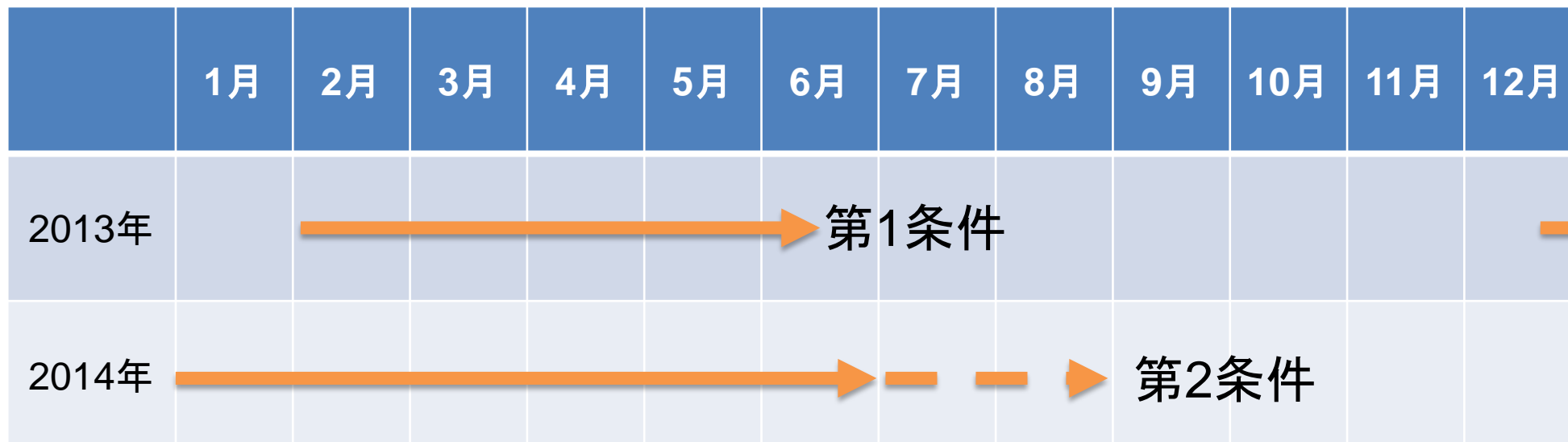
Gavion外部



Irrigation Pipe 400 mm間隔

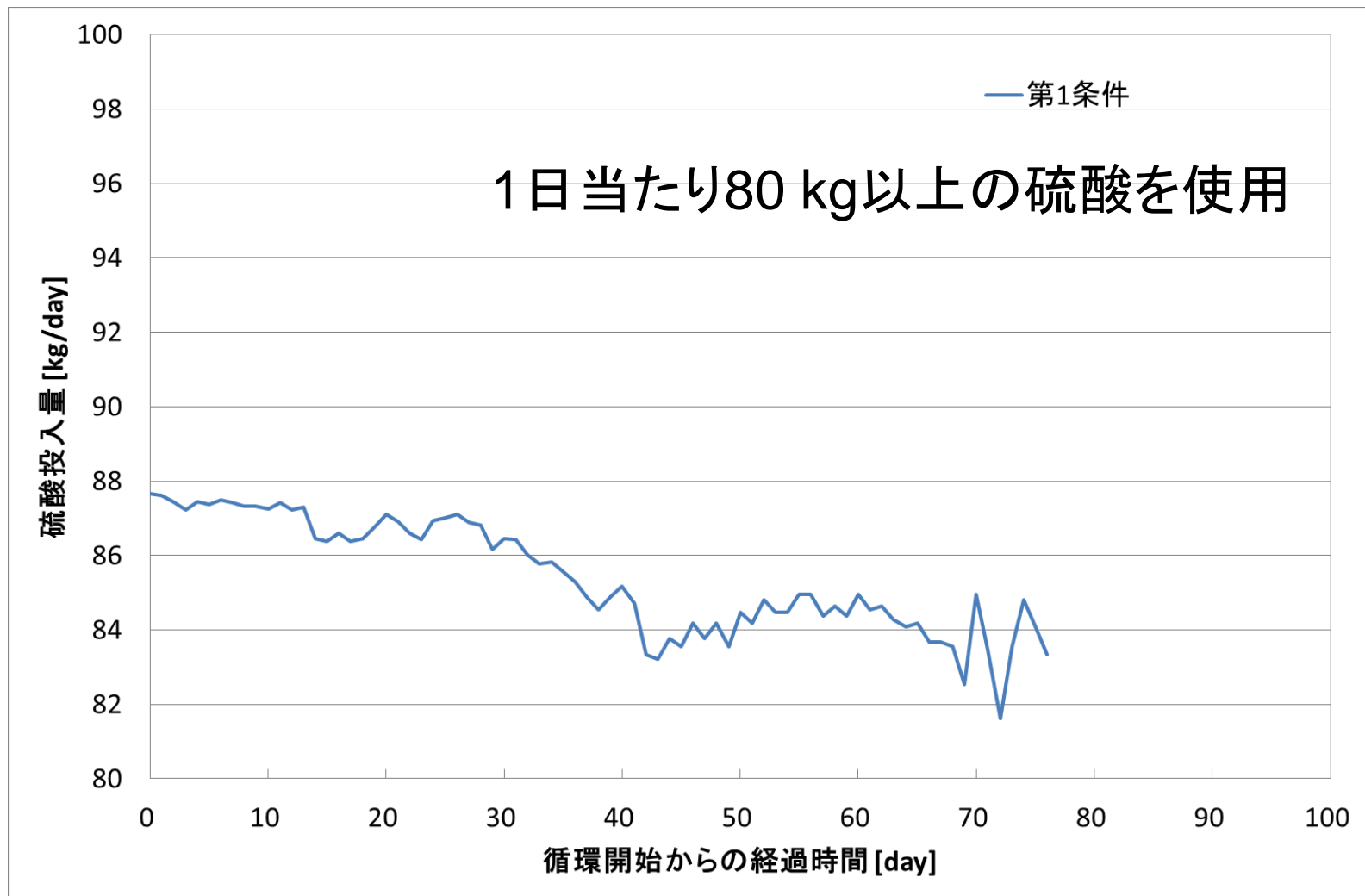


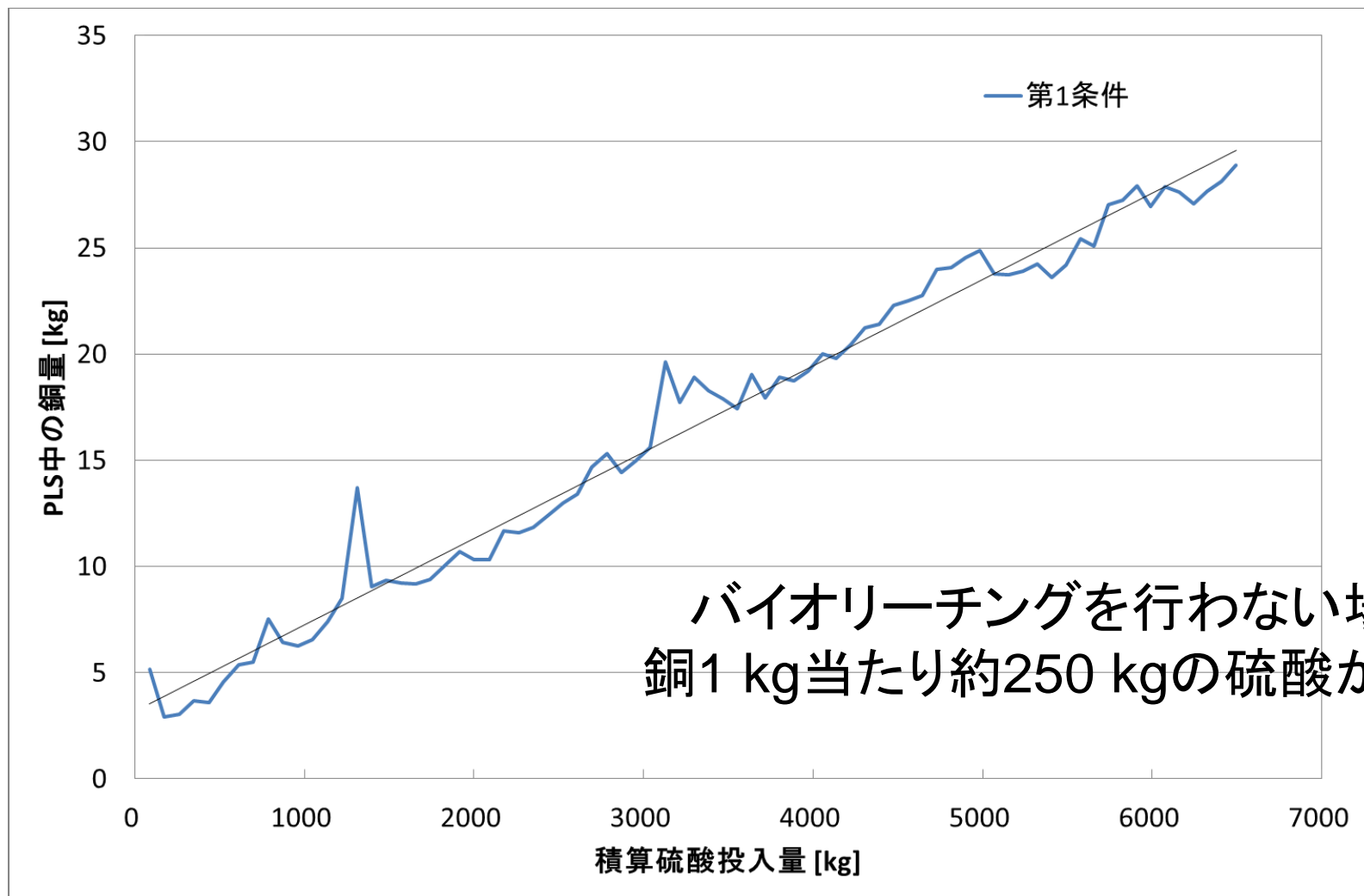
断熱材



- 2013年2月から第1回目の試験(第1条件)を開始
 - 第1条件の目的はスケールアップに伴う問題点の把握や基本的な条件の設定
- 2013年12月から第2回目の試験(第2条件)を開始
 - バクテリアを接種し、バイオリーチング効果を検証

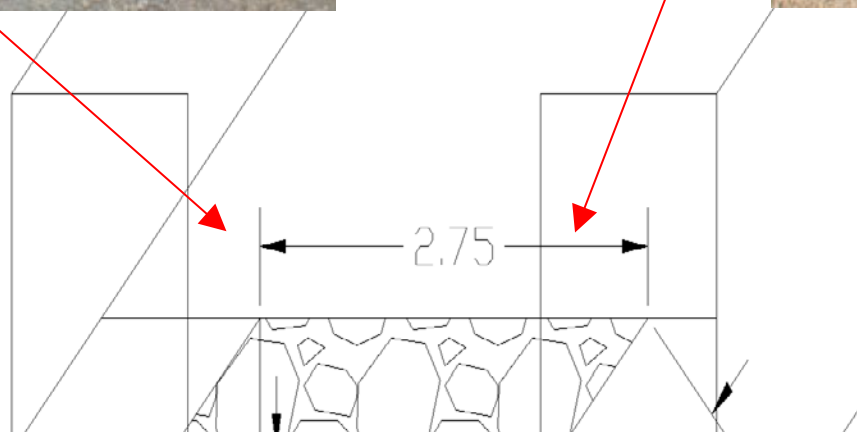
- 基本的なフローは問題ない
- 大量の鉱石による酸消費と鉄の沈殿
- 工業用水に含まれるカルシウムから石膏が沈殿





バイオリーチングを行わない場合
銅1 kg当たり約250 kgの硫酸が必要

第1条件終了後、Gavionから鉱石を取出しながら、断面を観察





3 - 4 m



2 - 3 m



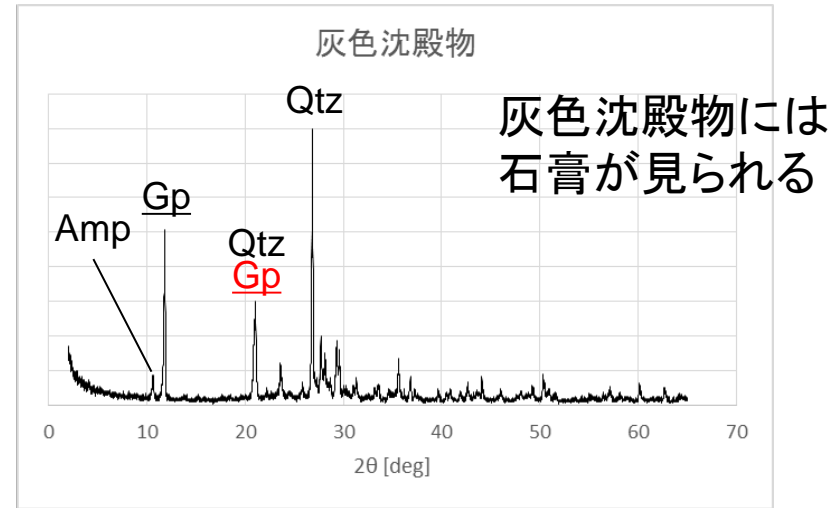
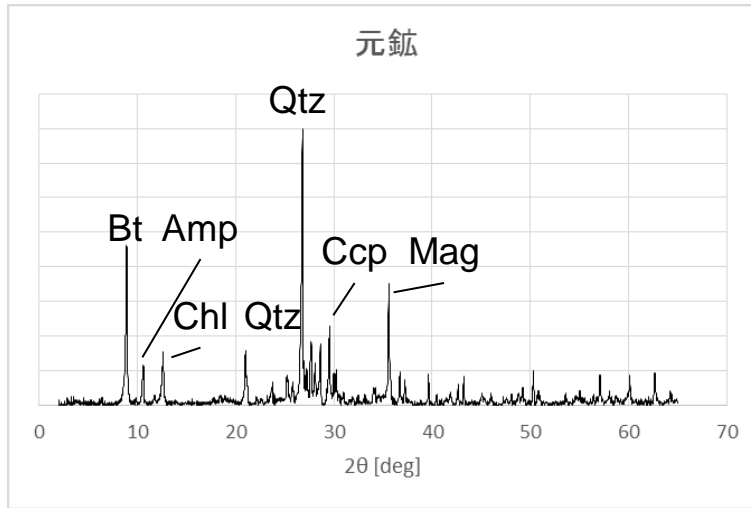
1 - 2 m



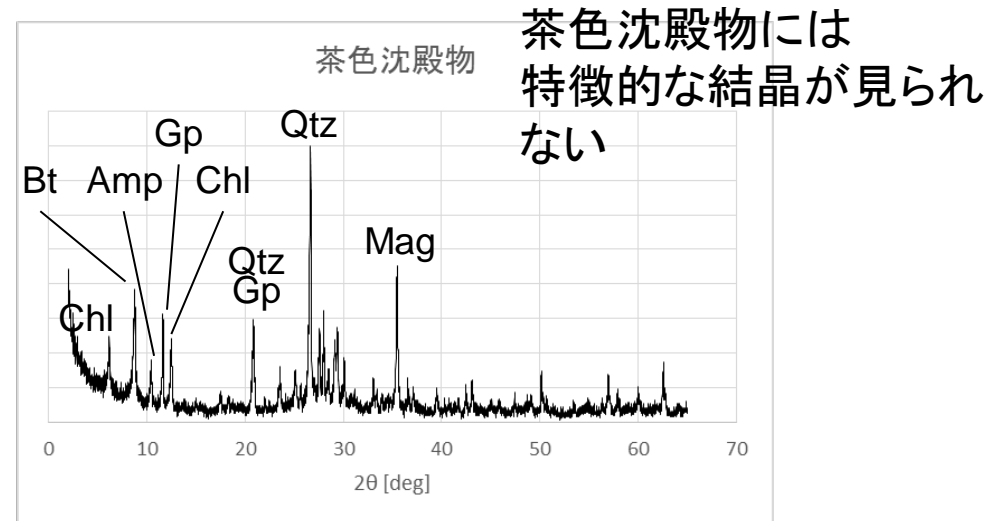
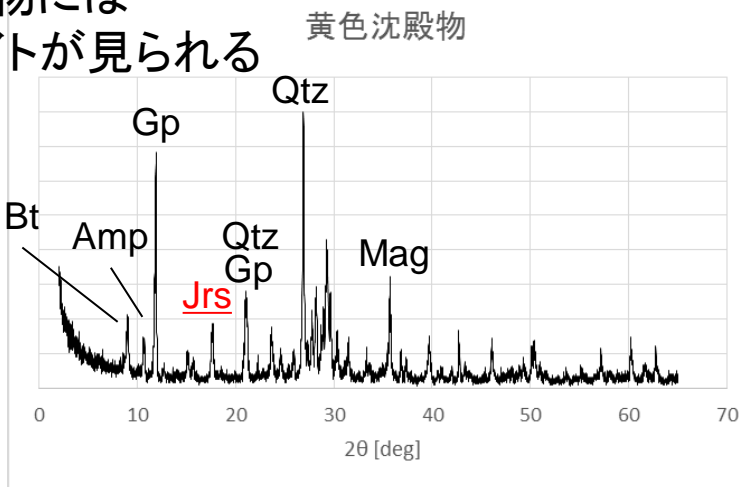
0 - 1 m

- 概ね黄、茶、灰色の部分に分けられる。
- 黄色い部分はGavion上部に多く、茶色い部分は下部に多い。
- 上部の黄色い部分はIrrigation Pipeの間隔で筋になっている。
- 黄色い部分は、茶・灰色の部分に比べて硬い
- 底面から200 mmの高さの部分が非常に硬い。

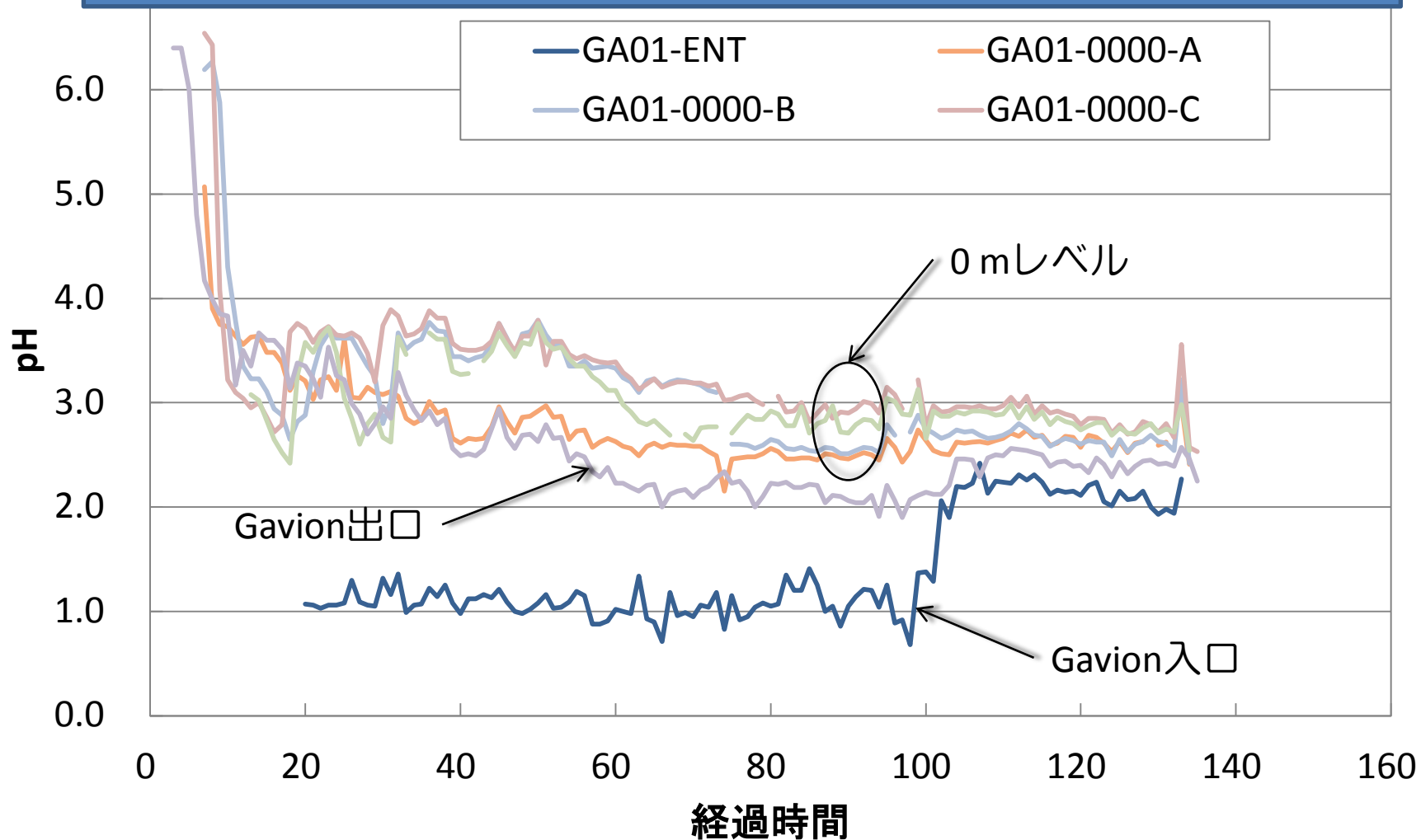
沈殿をはぎ取り、粉末X線回折で同定

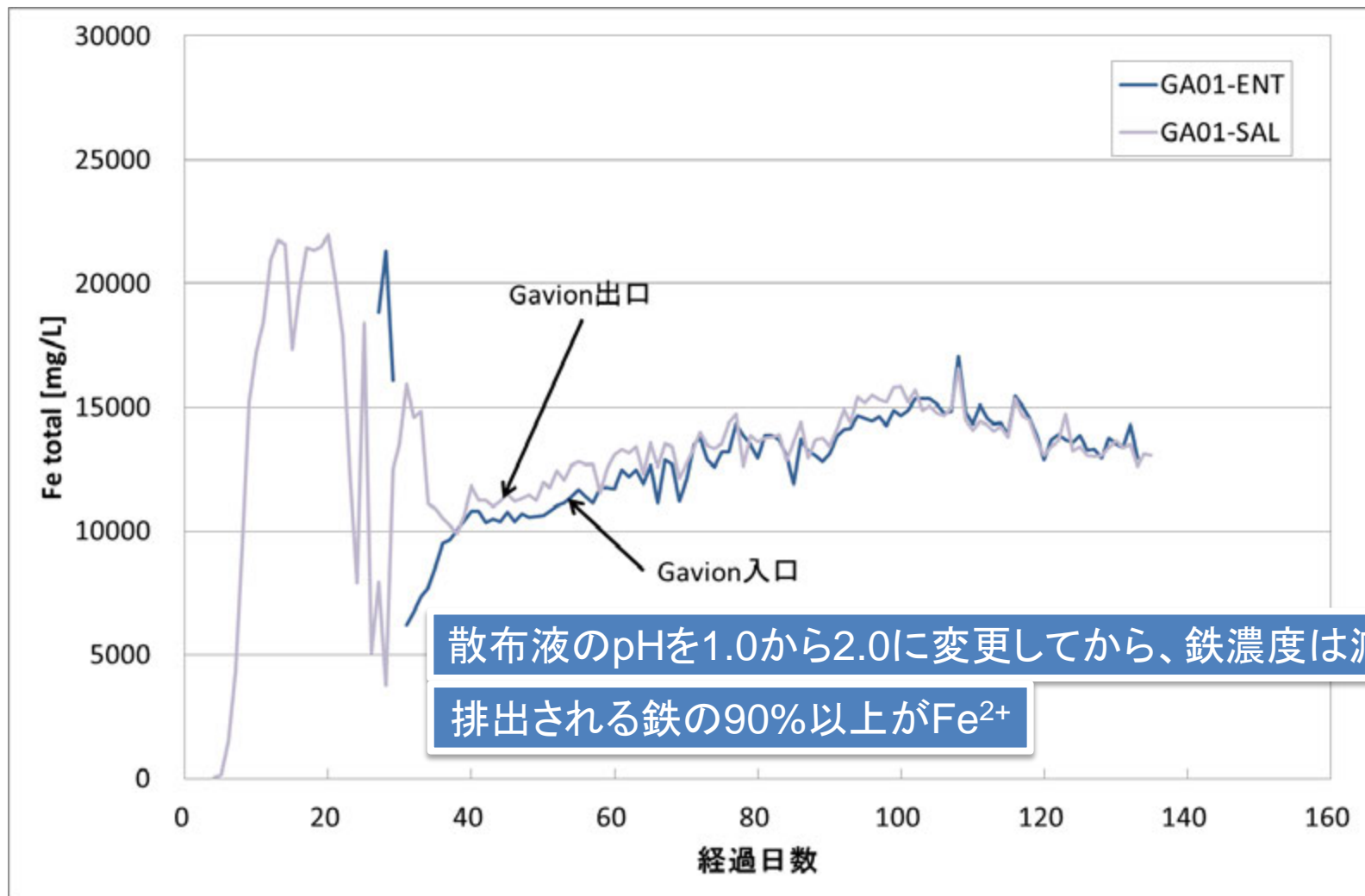


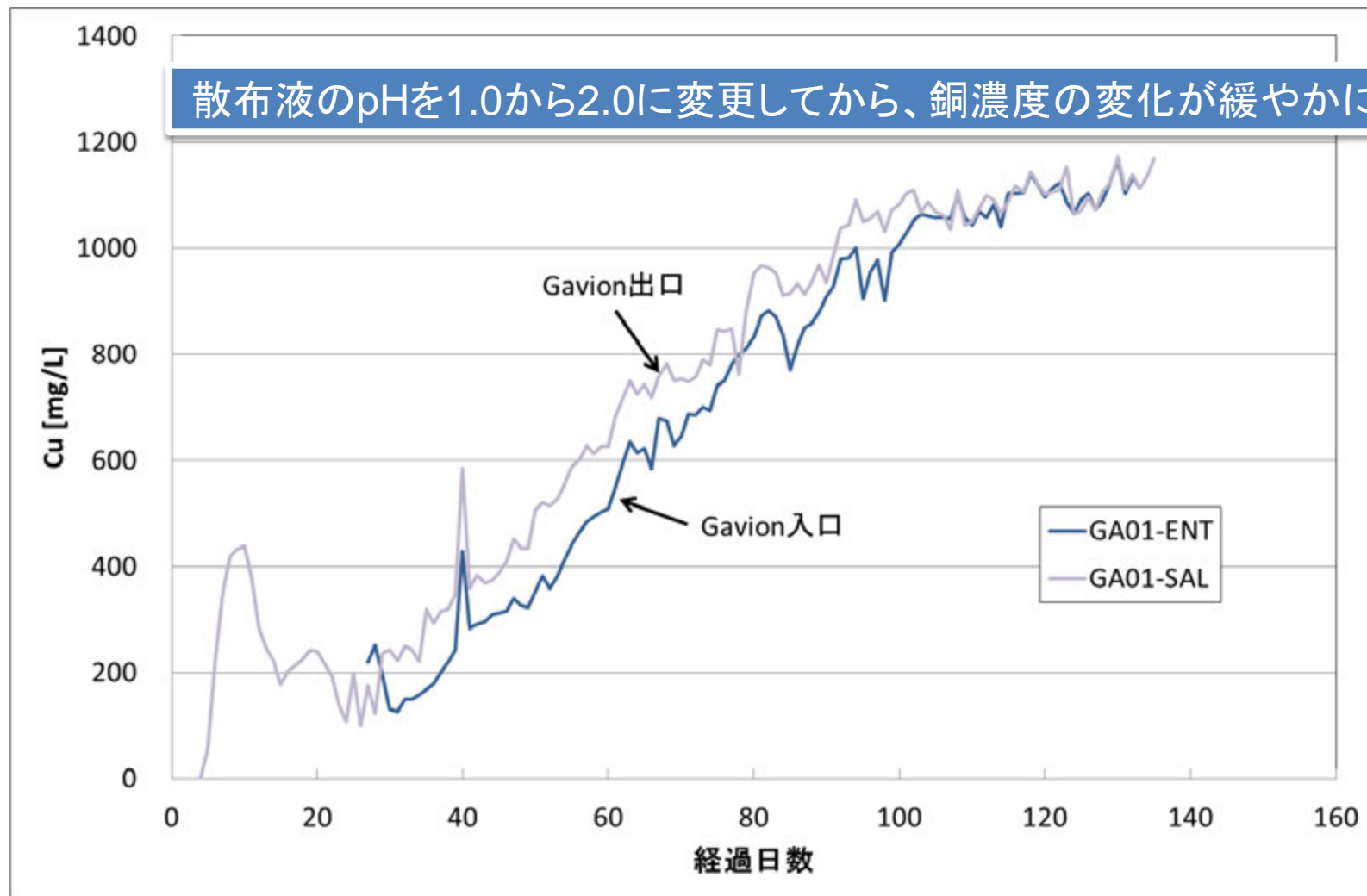
黄色沈殿物には
ジャロサイトが見られる



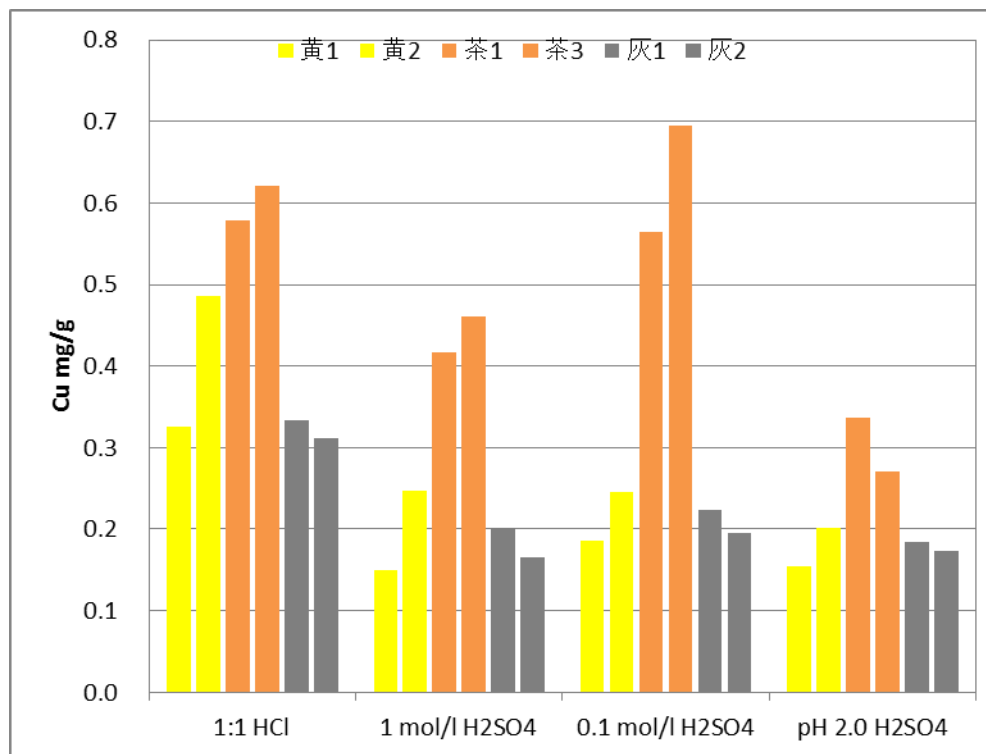
7. Gavion内のpHを細菌の最適生育pHとするために、散布液のpHを変更







沈殿が付着したままの鉍石を酸に浸し、沈殿物から溶出してきたイオンを分析



- 茶色の部分は、Cuの溶出量が多い。
→ Feと共沈した可能性がある。

- バクテリアの最適生育pHではないが、鉄の沈殿を避けるために、散布液のpHを1.0に維持する。
- 散布流量を大きくし、酸の供給を増やす。

第1条件

第2条件

鉱石	
鉱石粒度	3/8 inch 以下
アグロメレーション	水 4 %
鉱石量	200 t/条件

鉱石	
鉱石粒度	3/8 inch 以下
アグロメレーション	水 4 % 硫酸 5 kg/t キュアリング2日
鉱石量	200 t/条件

測定項目	
浸出貴液	pH, ORP, DO, イオン濃度, 菌体数, 遊離酸
堆積槽内部	温度, pH, ORP, DO, イオン濃度, 菌体数, 遊離酸

測定項目	
浸出貴液	pH, ORP, DO, イオン濃度, 菌体数, 遊離酸
堆積槽内部	温度, pH, ORP, DO, イオン濃度, 菌体数, 遊離酸

第1条件

第2条件

浸出液散布

浸出液量	基本6.8L/h/m ² , 循環式
pH	出口pH 2.0~2.5

浸出液散布

浸出液量	基本 <u>10</u> L/h/m ² , 循環式
pH	pH 1.0

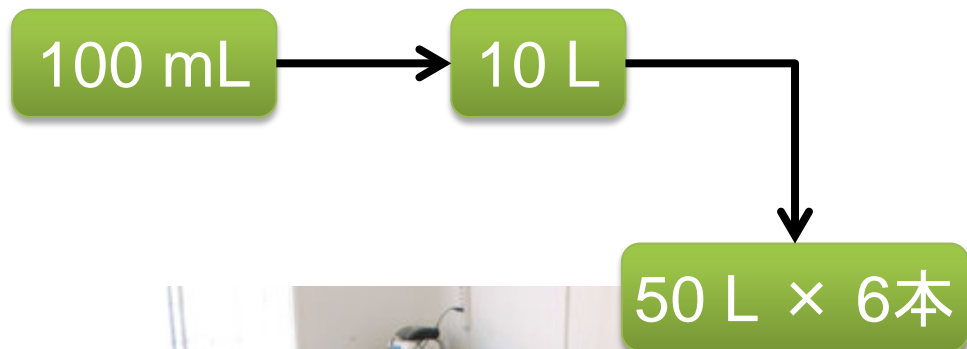
操作変数

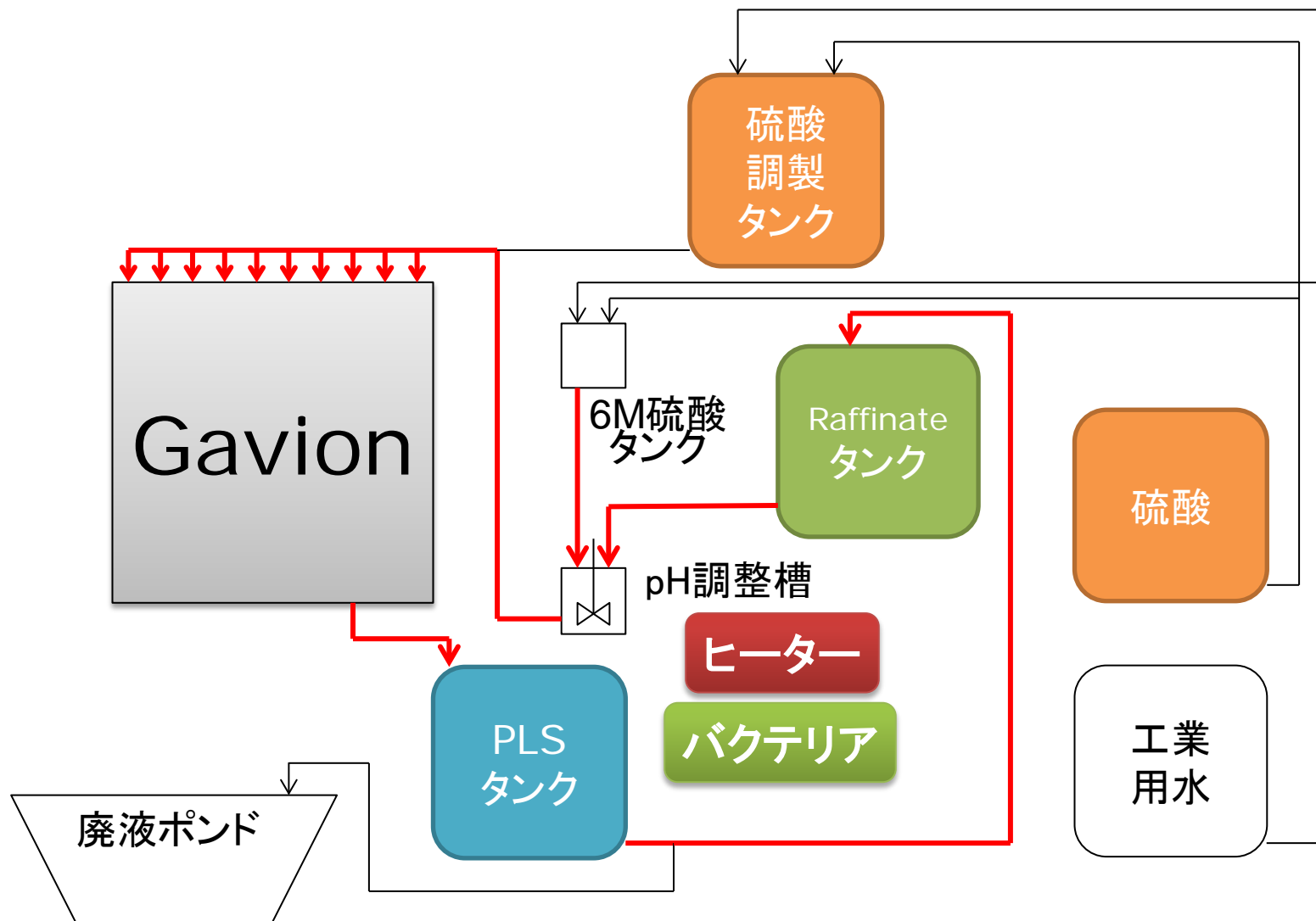
pH調整	pH 1.0、pH 2.0
------	---------------

操作変数

散布液の加温	45°C
バクテリア接種	<i>Acidithiobacillus</i> 属を主体とした菌
エアレーション	必要に応じて

Gavion散布用のバクテリアは段階的に量を増やし、散布





- 第2条件の試験を継続している
- バクテリアがGavion内に広く分布するような方法を検討中

終了