

ヨウ素法による銅鉱石からの銅浸出過程 における硫黄挙動の軟X線XAFS解析

所 千晴¹, グラナタ ジュセッペ¹, 加藤 達也¹, 三浦 彰³, 高橋 一将², 門倉 正和¹

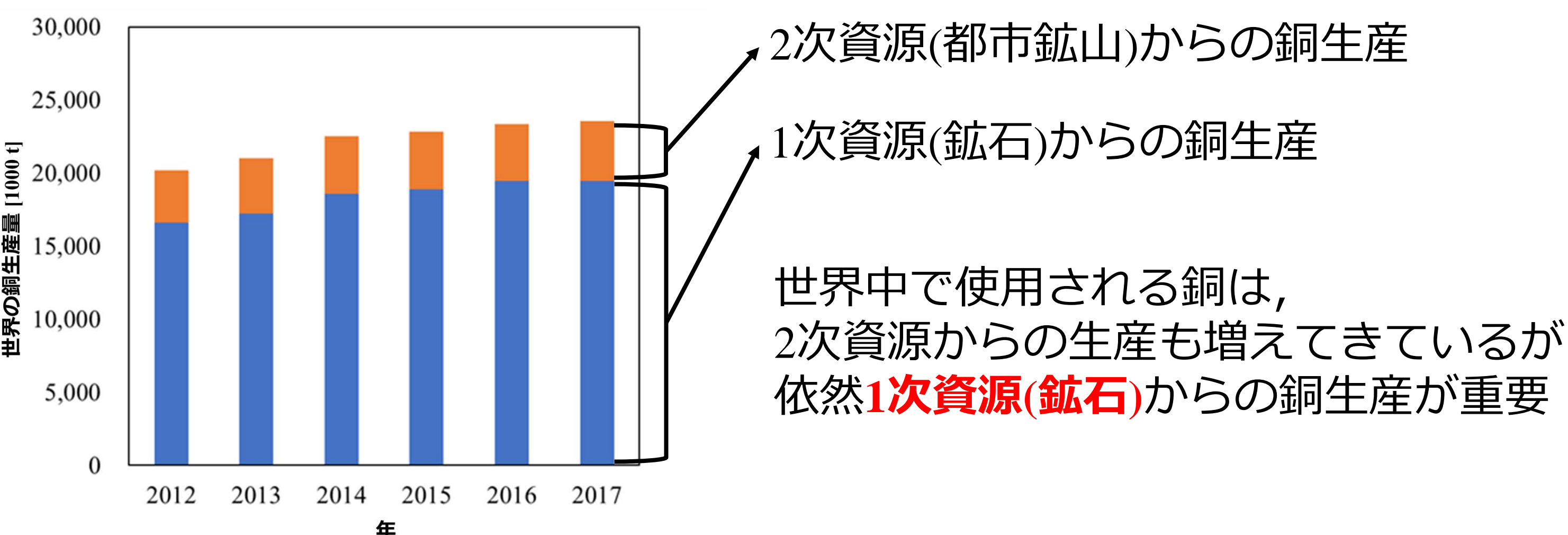
澤村 幸宏², 深野 有兼³, 深野 ともみ³, 木村 昌弘³

¹早稲田大学, ²早稲田大学大学院, ³JX金属株式会社

研究背景

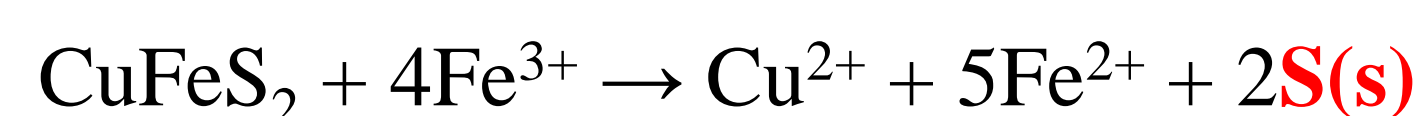
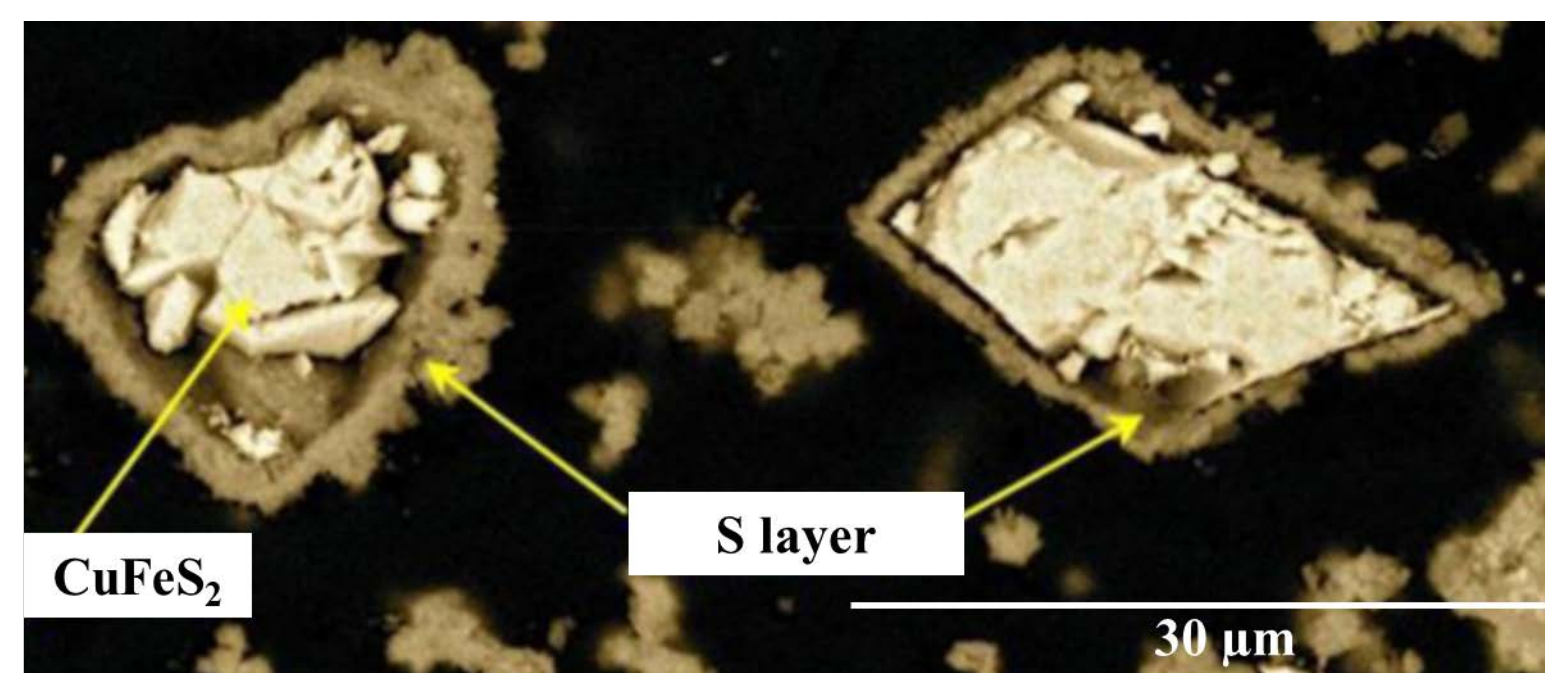
■ 銅の供給源

銅は高い電気伝導性を有し、様々な用途で用いられるベースメタルの1つ



■ 銅鉱石からの湿式製錬プロセスによる銅回収の課題

銅鉱石の全体の約7割を占めると言われる黄銅鉱(CuFeS₂)に対する、Fe³⁺を添加した硫酸による銅浸出は不動態であるSを生成し浸出速度が遅く、約20%程度しか浸出させることが出来ない



2次生成物として生成するSが不動態として働き、CuFeS₂の浸出を阻害する

近年、**ヨウ素(I)**を添加したヨウ素法によって銅浸出促進が達成されているが、詳細な機構が解明されていない

本研究の目的

XAFSによりCuFeS₂表面の状態を分析することによる、ヨウ素法を用いたCuFeS₂からの銅浸出促進機構の解明

研究結果

■ アルカリ融解法を用いた銅鉱石の化学組成 [wt%]

S	Cu	Fe	Al	Ti	Ni	Zn	As	Mo	Others
38.4	23.8	25.8	0.25	0.04	0.03	0.28	0.01	0.02	11.38

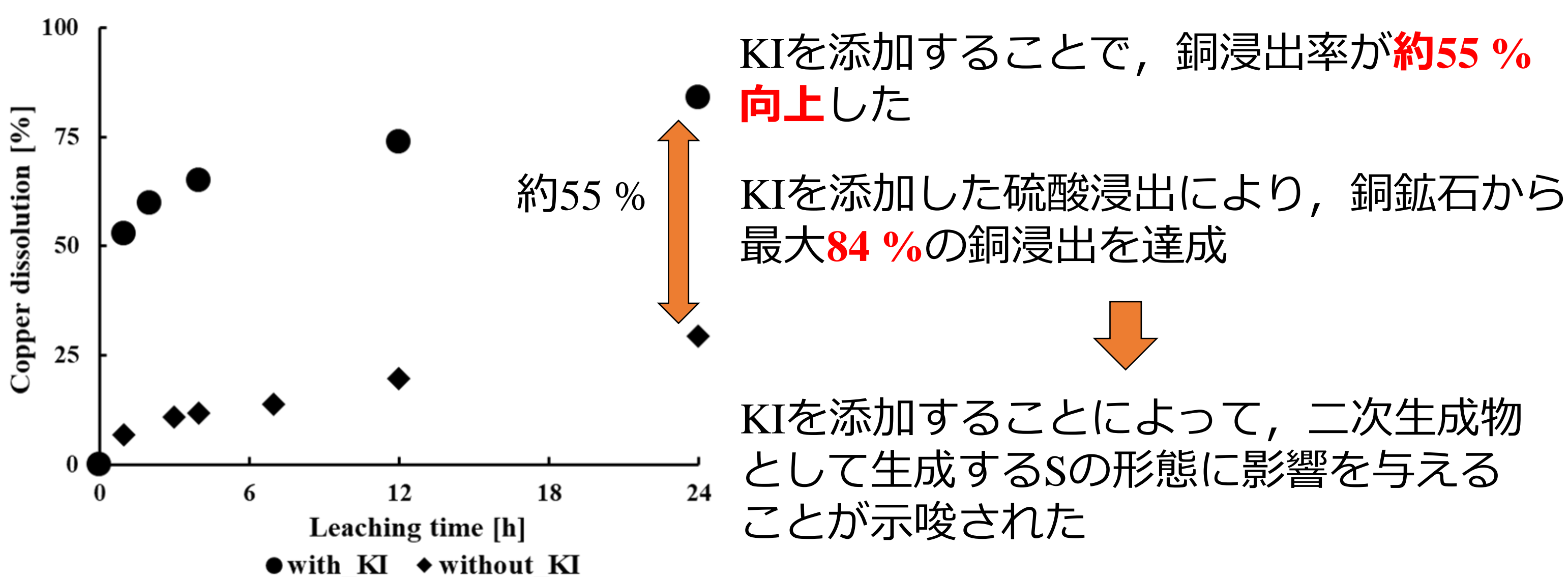
XRD分析より鉱石中の主要鉱物は、**CuFeS₂とFeS₂**であった

■ 硫酸浸出実験条件

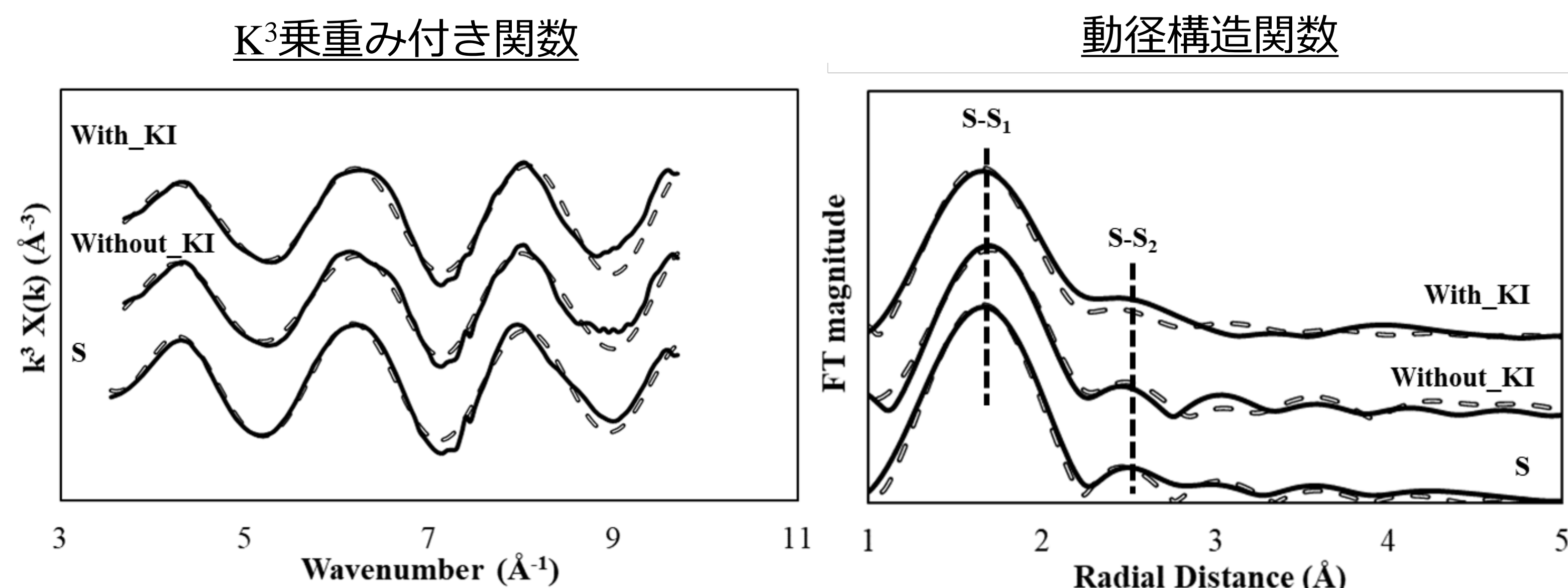
- 硫酸濃度 : 1 [mol/dm³]
- Fe³⁺濃度 : 12.0 [g/dm³]
- 反応時間 : 24 [h]
- KI濃度 : **0 or 0.5** [g/dm³] (as KI)
- 温度 : 50 [°C]

ヨウ素の有無が銅浸出に与える影響を確認し、浸出残渣をXAFSにより分析を行った

■ ヨウ素法を用いた銅鉱石からの銅浸出結果



■ EXAFS分析を用いた浸出残渣中のSの形態分析結果



EXAFS分析結果

※ N : 配位数, R : 原子間距離, δ² : Debye-Waller係数

sample	S-S ₁			S-S ₂		
	N	R(Å)	δ ² (Å ²)	N	R(Å)	δ ² (Å ²)
S	1.909	2.042	0.0038	3.128	3.311	0.1474
With_KI	1.326	2.059	0.0016	0.002	3.311	0.0079
Without_KI	1.281	2.054	0.0013	0.002	3.311	0.0053

浸出残渣中のS-S₂結合の配位数は参照試料のSと比べ**減少している** → 二次生成物のSは参照試料のSよりも**結晶性が低い多孔質な状態**であると考えられる

KIの有無による浸出残渣中のSのEXAFS解析結果に明確な差は見られない

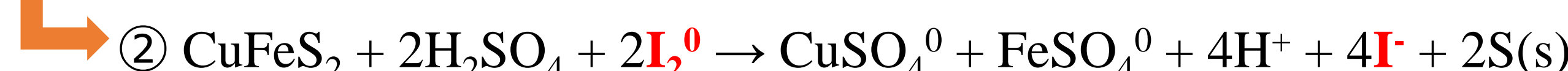
→ KIの添加によるCuFeS₂の銅浸出促進は、**二次生成物であるSの構造に起因するものでない**と考えられる

■ ヨウ素法を用いたCuFeS₂からの銅浸出機構

ヨウ素(I)の酸化+鉄の還元



ヨウ素(I)の還元 + 銅浸出



ヨウ素イオン(I)の形態は**酸化還元電位**に依存する

→ ヨウ素法によるCuFeS₂からの銅浸出促進機構は**上記の反応と酸化還元電位**によるものと考えられる

■ 浸出残渣に対するS-K端からの部分蛍光収量法と転換電子収量法を用いた深さ方向の分析結果

sample	S	CuFeS ₂	FeS ₂
With_KI(表面から数nm) 転換電子収量法	85.8	0.0	14.2
With_KI(表面から数μm) 部分電子収量法	12.6	0.0	87.4
Without_KI(表面から数nm) 転換電子収量法	44.1	29.8	26.1
Without_KI(表面から数μm) 部分電子収量法	18.2	35.3	46.5

XANES分析の結果から、KIを添加した浸出残渣中のCuFeS₂の割合が、KIを添加していない浸出残渣中よりも小さいことを確認

KI添加をしていない残渣中にはchalcopyriteが数nmにおいても残存

KIを添加した硫酸浸出の方が、KIを添加しない硫酸浸出よりCuFeS₂からの**Cu浸出速度が速い**

KIを添加した硫酸浸出は主にCuFeS₂に作用し、FeS₂からの鉄浸出には影響を与えないと考えられる

結言

□ KIの添加によるCuFeS₂の銅浸出促進は、**二次生成物であるSの構造に起因するものでない**ことが示唆

□ ヨウ素法によるCuFeS₂からの銅浸出促進機構はヨウ素イオン(I)の形態を決定づける**酸化還元電位**によるものと考えられる