

大学名	九州大学		
University	Kyushu University		
外国人研究者	ウィディ アストウティ		
Foreign Researcher	Widi Astuti		
受入研究者	平島 剛	職名	教授
Research Advisor	Tsuyoshi Hirajima	Position	Professor
受入学部/研究科	工学研究院/地球資源システム工学部門		
Faculty/Department	Faculty of Engineering / Department of Earth Resources Engineering		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	インドネシア
Nationality	Indonesian
所属機関	インドネシア国立科学院
Affiliation	Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
現在の職名	研究員
Position	Researcher
研究期間	2017年12月21日～2018年3月20日
Period of Stay	21 December 2017 ~ 20 March 2018
専攻分野	鉱物処理
Major Field	Mineral Processing and Extractive Metallurgy



振盪機を用いた金浸出実験 / Gold leaching test using shaker equipment

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

<b>①研究課題 / Theme of Research</b>
Gold Recovery by Leaching from Indonesian Refractory Gold Ore. Indonesia has a lot of gold ore resources that some of them are difficult-to-treat gold ores for which economically recovering technology has not been developed. This research aims to recover gold by leaching from Indonesian refractory gold ore. For Indonesia, it is expected that gold that was difficult to be recovered in the past or was leached using ecologically harmful substances such as cyanide and mercury, can be extracted and recovered in an environmentally friendly and inexpensive way. For Japan, it is hoped that it will be possible to elucidate the stable supply of resources and recovery method of refractory gold ores through research support and be able to use for overseas resource development.
<b>②研究概要 / Outline of Research</b>
The gold resource in Indonesia is estimated to be in the fifth position in the world. Indonesia has a large amount of refractory gold ores, yet they have not been processed because the technology for extracting the refractory ores has not been developed. This research is expected to study the proper method for treating Indonesian gold ores. Research activities conducted in Kyushu University are (1) Characterization of the Indonesian gold ore from Lampung; (2) Pretreatment of the ore by roasting in muffle furnace; (3) Analysis of pretreated ore; (4) Leaching of the raw ore and pretreated ore by cyanide, thiourea, and thiosulfate; and (5) Analysis of the leaching products and residues. Experimental analysis used in this study are XRD, XRF, ICP-OES, SEM-EDS, FTIR.
<b>③研究成果 / Results of Research</b>
The gold ore tested contains quartz and pyrite, however there is no gold mineral phase. XRF analysis could not detected the gold content, while from the ICP-OES analysis of digested ore, the gold content in the ore is around 13 ppm. Conventional roasting in muffle furnace at 600oC and 30 min resulted the oxidation of pyrite to hematite. Leaching process by cyanidation showed the similar gold recoveries from the unpretreated ore and pretreated ore approximately 90%. It can be predicted that the gold is not associated in pyrite mineral. Thiourea and thiosulfate leaching was also conducted to find the alternative leaching reagent. Around 75% gold can be leached using thiourea, whereas only 1.5% gold was leached by thiosulfate. Thiourea is more effective than thiosulfate.
<b>④今後の計画 / Further Research Plan</b>
This study will be continued by deeper characterization of the gold ore to ensure the gold associated minerals. The optimum leaching conditions by thiourea will be studied more. In addition, the kinetics of the leaching process and its modelling will also be analyzed. Other alternative environment-friendly leaching reagents as well as bioextraction or bioleaching method will also be examined to extract gold from Indonesian gold ores. A manuscript for publication based on our findings will be prepared. This study will be continued in Indonesia and collaborated with Kyushu University in the future especially the study of bioextraction or bioleaching of gold from the Indonesian refractory gold ores.

## <受入研究者からの報告/Research Advisor Report>

### ①研究課題 / Theme of Research

研究課題：インドネシア産難処理金鉱石からの浸出による金の回収。

インドネシアは世界5位の金生産国である。しかし、経済的に回収する技術が開発されていない難処理金鉱石が多量にある。本研究では、インドネシア産難処理金鉱石からの浸出による金の回収を目的としている。インドネシアにとっては、従来回収することが困難であった、あるいはシアンや水銀等の有害物質で環境を汚染しながら回収されていた金が、環境にやさしい安価な方法で回収できるようになることが期待される。我が国にとっては、研究支援を通して資源の安定供給や難処理金鉱石の回収法を解明でき海外資源開発に利用できることが期待される。

### ②研究概要 / Outline of Research

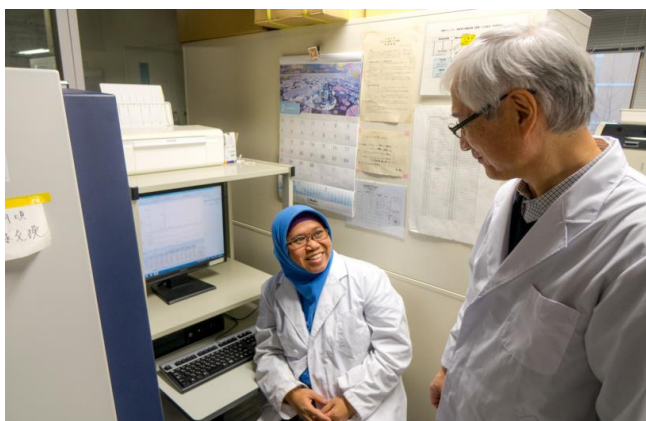
今回の研究では、インドネシア産難処理金鉱石からの浸出による金の回収技術の開発を目的としている。九州大学においては、(1) インドネシアLampung産金鉱石の組成分析 (2) Lampung産金鉱石のマッフル炉加熱による前処理 (3) 加熱処理試料の組成分析 (4) Lampung産金鉱石の加熱試料及び未処理試料についての各種浸出実験 (シアンリーチング、チオウレアリーチング、チオ硫酸リーチング) (5) 浸出実験の、溶液分析及び残渣分析による評価。分析は、XRD、XRF、ICP-OES、SEM-EDS、FTIRなどを用いて行った。研究者とは研究打ち合わせを定期的に行い、分析、処理、その後の浸出実験の条件などについて指導を行った。

### ③研究成果 / Results of Research

金鉱石の分析を行ったところ、石英と黄鉄鉱が含まれ、金は鉱石としては検出されない結果が得られた。金鉱石を溶解し溶液分析を行ったところ、13ppmの金が確認された。金鉱石をマッフル炉で600°C30分の加熱処理を行ったところ、黄鉄鉱が赤鉄鉱に酸化され、その後のシアンリーチングでは90%の金が浸出された。この浸出率は未処理の金鉱石の浸出実験とほぼ同じであり、金鉱石は黄鉄鉱に含まれているわけではないことが分かった。チオウレアおよびチオ硫酸でリーチングを行ったところ、チオウレアでは75%の金が浸出した一方で、チオ硫酸では1.5%の金が浸出したにとどまった。今回の研究では、詳細な研究打ち合わせと指導により、各種金の回収方法について多くの成果が得られた。また、シアンを使用しない環境負荷の小さなチオウレアリーチング結果より、今後の継続研究に期待できる研究成果を得た。

### ④今後の計画 / Further Research Plan

金鉱石のより詳しい分析を行い、金がどの鉱物と共存しているかについて検討し、チオウレアリーチングを詳細に検討する。浸出実験では、浸出のメカニズムおよび速度論についても検討する。インドネシア産難処理金鉱石からの金回収について、環境負荷の少ない代替案と考えられるバクテリアを用いた浸出プロセスについても検討する。共同研究成果を纏め、論文として投稿する。インドネシア産難処理金鉱石からのバクテリアリーチングによる金の回収についての研究等は、今後もメール、スカイプなどを利用し打ち合わせを行いつつインドネシアと九州大学の共同研究として行う。



平島剛教授とのXRDデータについてのディスカッション/  
Discussion about XRD data with Prof. Tsuyoshi Hirajima



ICP-OESによる原鉱および浸出液中の金濃度分析/  
Analysis of gold from raw ore and leaching filtrate by ICP-OES