

学校推薦型選抜サンプル問題【環境科学コース】

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

携帯電話やスマートフォンなどの電子機器には微量ながら金銀銅などが含まれている。これらを「都市鉱山」と位置付け、2020年東京五輪・パラリンピックのメダルに活用する試みが始まった。「東京五輪・パラリンピックは“未来の世界”を世界に示すチャンス。都市鉱山を回収する取り組みを通し、循環型社会を目指す日本の姿勢をアピールしたい」。物質・材料研究機構の原田幸明アドバイザーは意気込む。

大会組織委員会は、金銀銅合わせて約5,000個のメダルを都市鉱山から作製する方針。原田さんらが働きかけて、使用済みの携帯電話やスマートフォンなどを回収するプロジェクトが始まった。携帯電話1台当たりでは、金0.03g、銀0.2g、銅10gのほか、リチウム、ニッケルなどのレアメタル（希少金属）も含まれ、わずかだが資源の宝庫といえる。国際オリンピック委員会の規定によると、金メダルは純度92.5%以上の銀の土台を、6g以上の純金でコーティングする仕様が決まっている。

原田さんが2012年ロンドン五輪・パラリンピックの実績を基に推定したところ、少なくとも金9.6kg、銀1,210kg、銅700kgが必要になるという。一方、日本の都市鉱山の推定量は、金6,800t、銀60,000t、銅3,800万t。世界の鉱山埋蔵量は金42,000t、銀27万t、銅4億8,000万t。金の場合は世界の鉱山量の16.2%が日本の家庭などに眠っていることになる。一方、2013年には携帯電話などを対象にした「小型家電リサイクル制度」が施行されたものの、2015年度に回収された小型家電は約67,000tで目標の半分以下だ。

プロジェクトに先立ち、同機構が最新技術を使って金メダルを試作した。金は、金属を溶かすのに使う「①塩化第2鉄溶液」（注：塩化鉄(Ⅲ)のこと）を使用。バラバラにした基板などをこの溶液に浸すと、他の金属は溶けたままだが、金だけはいち早く固形になる特徴を利用し、約8gを回収した。まだ微量の不純物を含むため、化学処理してようやく純度の高い金を回収できた。一方、不要になった太陽光パネルから取り出した銀を3Dプリンターで作った型にはさんで焼き固め、メダルの土台を作製。金でメッキしてピカピカのメダルができた。通常メッキ工程では有害物質を使うが、今回は環境への負荷がより少ない工程で作製したこともあり、約二ヶ月かかった。

〔「都市鉱山」から金メダル 東京五輪・パラリンピックでケータイ活用、
2017年5月11日 毎日新聞 東京朝刊 科学の森より抜粋・改編〕

問1 下線部①の塩化第2鉄が水溶液中で電離する式を、化学式のみを用いて書け。また、このとき生じる鉄イオンの価数を答えよ。

問2 塩化鉄(Ⅲ)水溶液中で、多くの金属が溶解する一方、金は固体として回収できた。この違いが生じる理由を、金属のイオン化傾向と酸化還元の見点から説明せよ。

問3 回収工程では、塩化鉄(Ⅲ)のモル濃度が高すぎると、他金属の溶解が進みすぎ、低すぎると金の回収効率が低下する。

(1) 0.5mol/L 溶液から 0.03mol/L 溶液を 400mL 調製するための方法と計算式を示せ。

(2) ある基板中に含まれる金以外の金属が、合計で 0.010mol 酸化されるとする。

(1)で調製した塩化鉄(Ⅲ)水溶液中に含まれる鉄(Ⅲ)イオンの物質量を求め、それがこの金属量を酸化するのに適しているかを判断し、その理由を説明せよ。ただし、鉄(Ⅲ)イオンは金属 1 mol を酸化するのに 1 mol 消費されるものとする。

問4 都市鉱山からの金属回収では、資源量だけでなく、使用する化学試薬や工程も重要である。本文中の金メダル製作工程を例に、回収効率、および環境負荷の2点を踏まえて、都市鉱山利用の利点と課題を 300 字以内で述べよ。