

問題 19： 製鉄と結晶構造

鉄は通常鉄鉱石を、炭素を用いて還元することにより製造される。主製造プロセスは、高炉と転炉を用いて行われる。銑鉄（熔融 Fe-C 合金）は、鉄鉱石・助剤（CaO）*・コークスを高炉上部から供給し、加熱空気を高炉下部から流すことにより得られる。炭素および不純物を除去するため、転炉容器中で銑鉄を酸化することで、熔融鋼が得られる。

銑鉄中の炭素含有量 4.50%（質量%、以下同じ）、コークス中の炭素 90.0%、シリカ（SiO₂）7%、アルミナ（Al₂O₃）3%として、以下の問 a)-e) に答えよ。気体定数は、8.314 J K⁻¹ mol⁻¹、原子量は、C:12.0 O:16.0 Ca:40.1 Fe:55.8 である。鉄の密度は室温で、7.90 g cm⁻³ である。

*訳注：CaO は CaCO₃ より生成する。

- 鉄鉱石の主成分は Fe₂O₃ であり、(i)コークスと加熱空気の反応により生成する CO、あるいは(ii)コークス中の炭素、により Fe と CO₂ になる。これらの反応式を記せ。
- 鉄鉱石は脈石（不純物）も含み、質量比で 90%の Fe₂O₃ 以外に、7%の SiO₂、3%の Al₂O₃ を含む。脈石はコークスと助剤 CaO 中で反応し、最終的にスラグとして排出される熔融酸化物を生成する。銑鉄 1 kg を得るとき、副生成物としてスラグが何 kg 発生するか計算せよ。ここで、助剤は CaO の質量が SiO₂ の質量と同じになるように添加すると仮定する。
- 転炉中では、銑鉄に O₂ を吹き付けることにより炭素が除去される。CO と CO₂ のモル数が同一であるとき、銑鉄 1.00 kg から炭素を完全に除くためには 27 °C 、 2.026×10⁵ Pa で何 L の O₂ が必要であるか計算せよ。
- 鉄 1.00 kg が、問 a)のプロセス(i)のみにより、高炉および転炉で、鉄鉱石から生産されるとき、何 kg の CO₂ が発生するか計算せよ。転炉中で発生する CO（CO₂ と等モル生成する）は、酸化されて CO₂ として排出されるとする。計算には、助剤 CaO を生産するために CaCO₃ を焼成することにより発生する CO₂ を含めること。
- 鉄の結晶構造は体心立方格子(bcc)である。室温における鉄の原子半径を計算せよ。