

1. 緒言 高炉内における溶鉄中のSi移行の機構を明らかにする目的から、従来、主としてスラグ-メタル反応、とくに炭素飽和溶鉄によるスラグ中シリカの還元に関する研究が多く行われてきた。しかし、これらの結果を高炉内の現象に適用すると高炉から出鉄される溶鉄中のSi濃度を説明することができない。本報告では現行高炉あるいは試験高炉における調査結果などを参考にしつつ、スラグ-メタル反応以外の経路によるSi移行の可能性を論じ、さらに熱力学的計算によつてSi移行に対するSiOガスの寄与の可能性を考察した。

2. スラグ-メタル反応以外の経路を考える根拠 まず、従来のスラグ-メタル静止層の実験結果から得られるスラグからメタルへ移行するSiのフラックスの最大

値は1600°Cにおいて $\dot{N}_{Si} = 5 \times 10^{-5}$ (mole/min·cm²)であり、この値を用い溶鉄が炉床に滞在する間に到達するSi濃度を計算すると約0.02%程度である。さらに溶鉄粒がスラグ層を滴下する過程でのSi移行に関する吉井らの研究結果⁽¹⁾を用いても、溶鉄中Si濃度が現行値としての45~48%に達することをスラグ-メタル反応で説明するのは困難である。また、炉床部にあるスラグ中FeO濃度は約43%であり、反応系の酸素分圧がFe(l)-FeO(l)で規制されていると仮定すると、溶鉄中Siの平衡濃度は約0.2%である。試験高炉の調査結果は最も示唆的である⁽²⁾。すなわち、溶鉄中のSiは炉内ボツシュ部の上、中段から顕著に増加し始め、羽口水準で最高値に達し、約3%にもなる。これはきわめて速かな反応の存在を意味する。Mnの変化はさらに重要である。つまり、Mnの変化はSiの変化に一段遅れて現われており、Siは気-液反応、一方Mnは液-液反応により還元されていること、および溶鉄中のSiがMnOの還元に寄与し得ることが推測される。

3. 熱力学的考察 以上の諸点より溶鉄中へのSiの移行にはSiOガスが関与する気-液反応が寄与すると考え、熱力学的に検討した。結果の一例を図1、2に示す。すなわち、炉床部の強還元性雰囲気ではSiOガスはかなりの高濃度で安定に存在する。溶鉄中に炭素が溶解していれば、これと接触したSiOガスから溶鉄中にSiが還元される。高酸素分圧領域に達したSiOガスはSiO₂に酸化される。溶鉄中Si濃度はSiO分圧および炭素活量とともに増加し、CO分圧(=全圧-N₂分圧)とともに低下する。

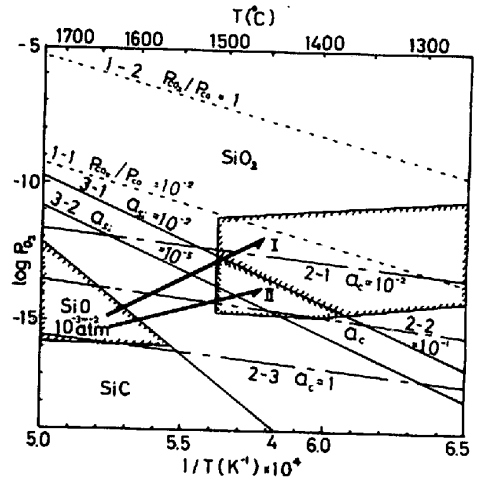


図1 log P_{O₂}-T図(Si-O-O系)

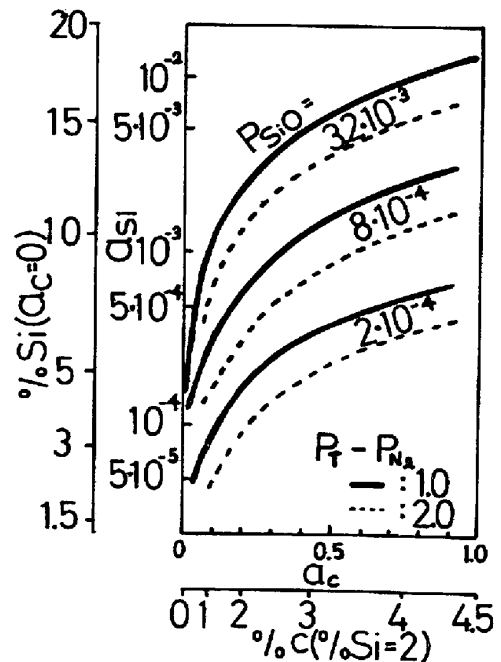


図2 a_{Si}とa_Cの関係(1500°C)

文献 (1) 岸本, 石井, 吉井: 鉄と鋼, 56(1970), 164, S.14

(2) 学振第54委員会資料(日本鋼管, 技研), 54委-1157