

# 鉄 鉱 石 流 動 還 元 の 反 応 速 度

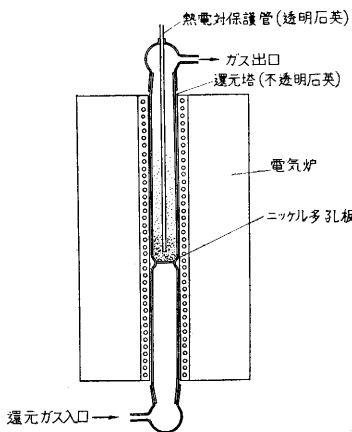
## Reduction Rate of the Iron Ore in the Fluidized Bed

原 善 四 郎

鉄鉱石の還元ガスによる還元反応は、固相—気相の不  
均一反応であるから、その反応を均一反応として論ずる  
ことは不可能である。しかし流動還元の場合は固相の粒  
度が小さく、気相と接触する面積が大きいから、ある程  
度まで均一反応のように取り扱いうることが期待でき  
る。すなわち、鉄鉱石粉末を水素を含む不活性ガスによ  
って流動還元する場合、これを鉱石中の酸素と流通ガス  
中の水素が化合して水を生ずるという単純な均一反応に  
帰結して取り扱うのである。もしこのように考えてよい  
ものとすれば、この反応におけるある時刻における水の  
生成速度は、鉄鉱石中に残存する酸素量と、流通ガス中  
の水素の濃度の積に比例すると考えてよく、この比例係  
数は原料鉄石の種類、装入量、水素濃度、時刻にかかわ  
りなく、一定になるはずである。

そこで筆者は、各種鉄鉱石粉末について、鉄石装  
入量、水素濃度をいろいろに変えて流動還元を行い、上記  
のような関係が成立するか否かについて検討した。

**実験の装置および方法** 流動還元塔としては、内径  
35mm×長さ 800mm の不透明石英管を用い、その約中央  
部にニッケルの多孔板をニッケル網に包んで固定し、こ  
れで装入した鉄鉱石粉末を支え、この網の下からガスを  
流して鉄石粉を流動させるようにした (第 1 図)。この



第 1 図

還元塔では、100  
~150 メッシを  
50~100g 装入し  
6 l/min の水素を  
流すと良好な流  
動が行われる。  
この還元塔を二  
つ割りの立て型  
電気炉で外熱し  
つつ、水素—窒  
素混合ガスを流  
すと、鉄石粉は  
流動状態のまま  
還元されること  
になる。流出ガスは水冷管および吸湿用 U 字管を通し  
て、生成した水を捕収する。

実験に用いた鉄石は、インド鉄石およびミルスケール  
で、その組成は第 1 表に示した。これらの鉄石を粉碎、  
篩別して -50+100メッシ、-100+150メッシにしたも  
の一定量を還元塔に装入して、流動還元を行う。還元中

第 1 表

成 分	原 料 鉄 鉱 石		
	インド鉄石	ミルスケール	
	150 メッシ	100 メッシ	150 メッシ
結 合 水	3.56	—	—
全 鉄	49.76	70.37	70.37
金 属 鉄	0.00	0.22	0.22
第 一 鉄	2.73	18.32	12.29
ケ イ 酸	15.78	0.20	0.44
マ ン ガ ン	0.51	0.55	0.42
リ ン	0.082	0.009	0.005
イ オ ウ	0.059	0.110	0.099
ア ル ミ ナ	4.14	0.31	0.31

は 5 分ごとに捕収水量を測定し、還元がほぼ終了後、試  
料を秤量、分析する。

このような実験によって得られる測定値から、上記の  
均一反応の比例常数、すなわち総括反応速度係数  $U_t$  は  
次式によって得られる。

$$U_t = \frac{k \Delta x / 5 \cdot 18}{[ab/16 - k \sum_t x / 18][c/d - k_1 k \Delta x / d]}$$

ただし、 $k = 18(aI - a'b') / 16 \sum_t \Delta x$ ,  $k_1 = 22.4 / 2 \cdot 5 \cdot 18$

$a$ : 鉄石装入量 (g)  $a'$ : 還元後重量 (g)

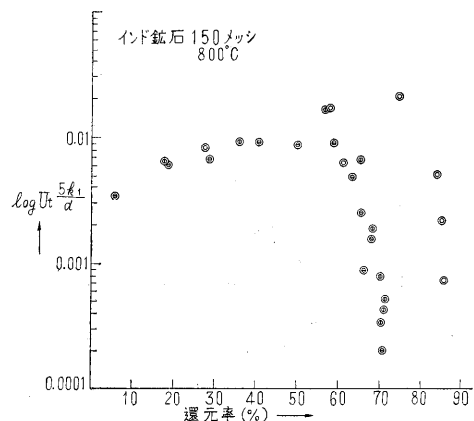
$b$ : 鉄石中酸素含有率  $b'$ : 還元後試料中酸素含有率

$c$ : 水素流量 (l/min)  $d$ : ガス流量 (l/min)

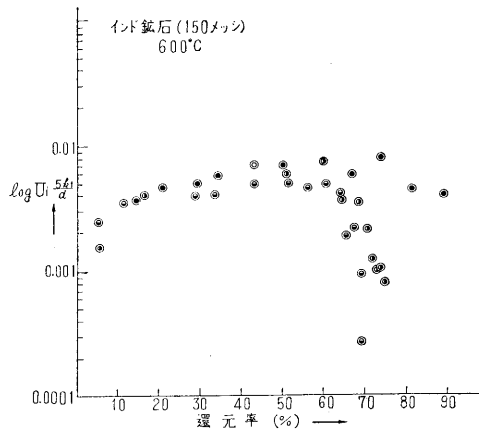
$\Delta x$ : 毎 5 分水素補収量  $\sum_t \Delta x$ : 時刻  $t$  までの水捕収量

$\sum_t \Delta x$ : 実験終了までの水捕収量

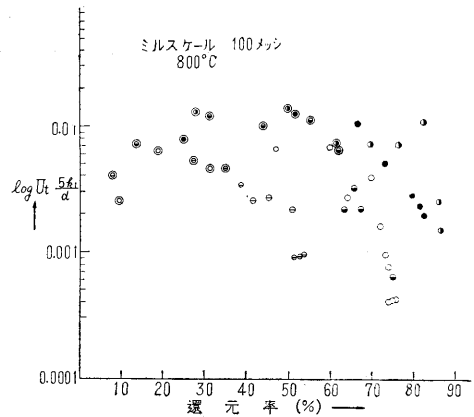
**実験結果** インド鉄石、ミルスケール (100, 150メ  
ッシ) のそれぞれについて、 $U_t$  を縦軸、還元率 (=  $16k \sum$



第 2 図

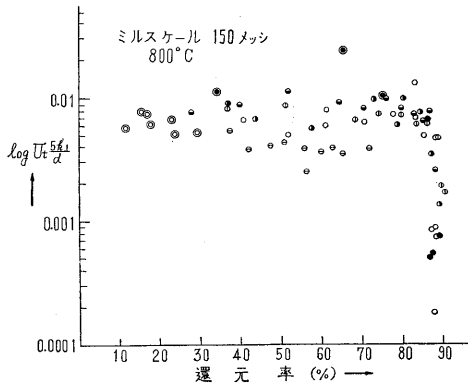


第 3 図

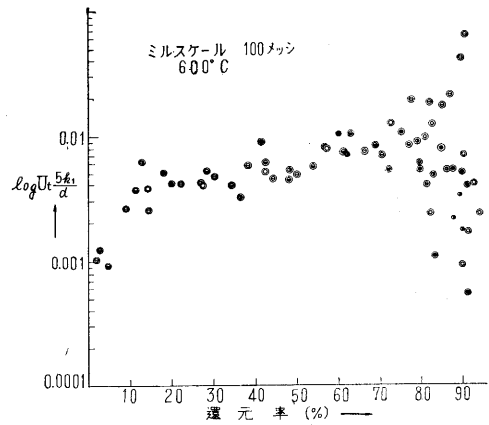


第 6 図

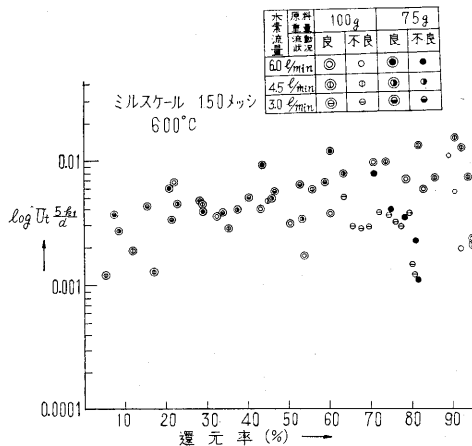
4x/18ab) を横軸にとってプロットすると、第 2~7 図のようになる。図中、2 重丸はすべて流動良好の場合である。



第 4 図



第 7 図



第 5 図

は温度および還元率が等しい限り、鉱石の種類、原料重量、水素濃度の差にかかわらずほぼ一定しているが、還元率の増大とともにやや増大し、還元率がインド鉱石で 60% 以上、ミルスケールで 80% 以上になると、水素濃度による差が現われる。

(2) 流動が不良ないし停止のときの  $U_t$  は、流動良好のときよりも、低くかつ水素流量による差が大きい。

(3) 還元温度が高いほど、還元の実進とともに流動が不良になるが、インド鉱石はミルスケールよりも、またミルスケールの 100メッシュのものは 150メッシュのものよりもよく流動する。

上記のように総括反応係数が還元の実進とともに増大することは、この反応を完全な均一反応としては取り扱えないことを示している。しかし、還元率が等しい限り、鉱石の種類、原料重量、水素濃度などの差にかかわらず  $U_t$  がほとんど一致することは、この反応を擬均一反応として取扱う可能性を与えるものである。

これらの図から以下のことを指摘することができる。

(1) 流動状況良好のとき、還元率が低いうちは  $U_t$

(1958. 10. 20)