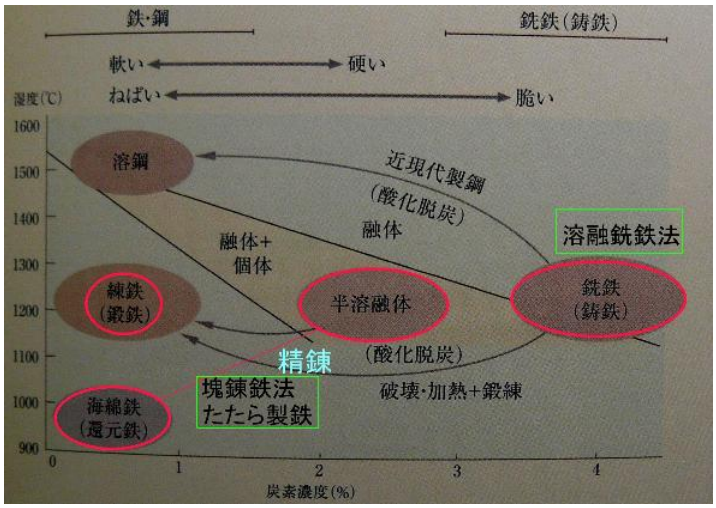
■　「たたら製鉄」 砂鉄を原料とした日本独自の直接製鉄法

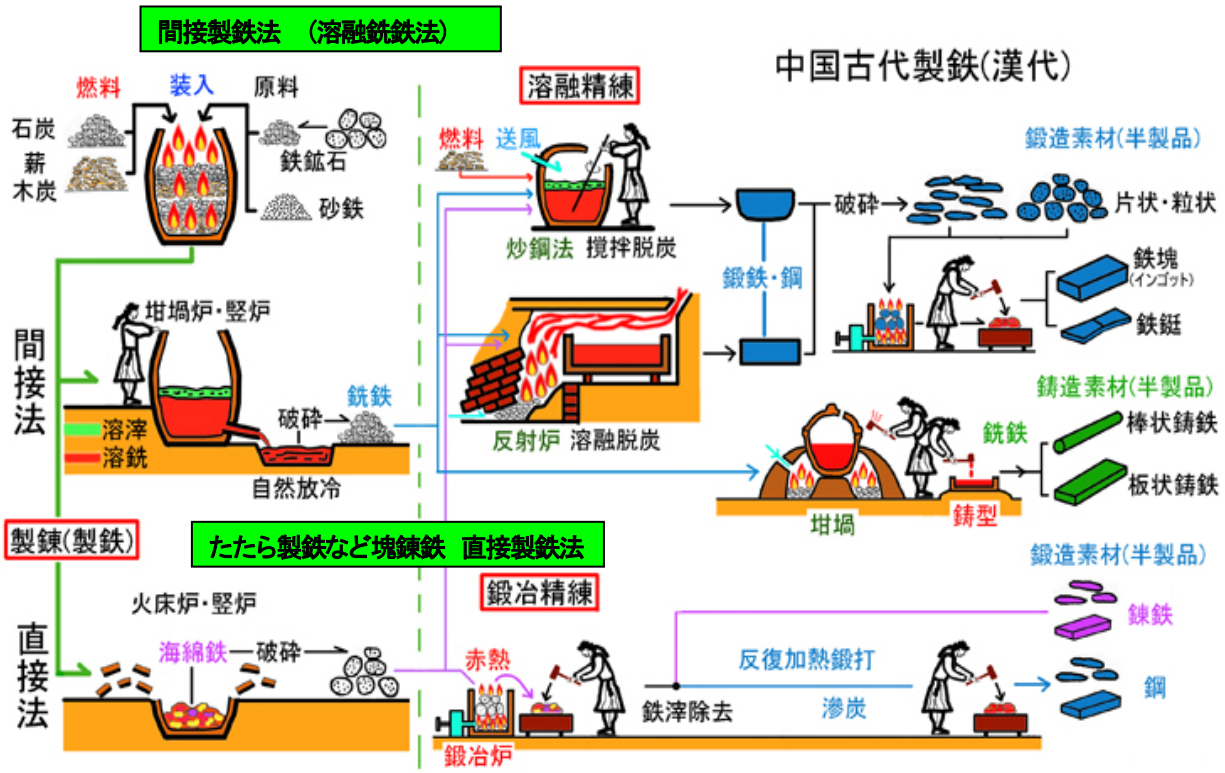
塊錬鉄　製鉄法（直接製鉄法　）

鉄鉱石・砂鉄などを比較的低い温度で加熱。
溶かさずに半溶融状態のまま還元して 海綿状の鉄や鉄塊を得る。 ここの塊を再度加熱精錬・鍛造。不純物を搾り出すとともに 炭素量も調整して、強靭な鋼を得る。この鉄素材を塊錬鉄という。
「たたら」製鉄・ヒッタイトの初期製鉄法もこれである



溶融銑鉄　製鉄法（間接製鉄法）

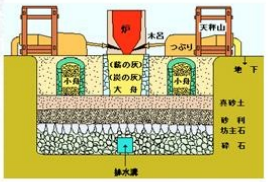
鉄鉱石を高温に加熱して、鉱石を溶融しながら還元して鉄を得る。 この時　高温のため、鉄は大量の炭素を吸って、脆い銑鉄となる。
この銑鉄を再度加熱溶融して、銑鉄中の炭素を燃やして 炭素調整して強靭な鋼を得る 現代の製鉄法　ならびに　中国では古代からこの方法が発展した

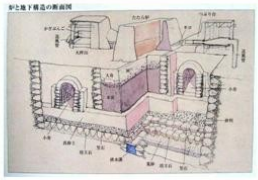


中国漢代後半には既に溶融銑鉄から鋼を作る間接製鉄法が実用されていた

- 韻鉄　　鉄とニッケルの合金
  強くて靭性に富む　⇒　鍛冶加工
- 純鉄　　炭素含有量が 0.02%以下　　融点　1536℃
  軟らかくよく伸びる ⇒　鍛冶加工
- 鋼　　炭素含有量が 0.02%～2.14%　　融点　約 1500～1200℃
  炭素量に応じて強くて靭性に富む　⇒　鍛冶加工
- 銑　　炭素含有量が 2.14%以上　　融点　約 1150℃
  脆いが比較的低い温度で解けて流動性に富む　⇒　鋳物

たたら製鉄法　溶かさずに塊のまま強靭な「鋼」を作る日本古来の製鉄法





- 鋼の融点は1083℃　青銅では不純物によるが1000℃～1050℃程度で陶器を焼く場合とほぼ同じの比較的低い温度で金属の入手と加工が出来る。
  一方　鉄の入手の為には1200℃以上の高温が必要で、この温度の差の克服が日本では中々出来ず、鉄の自給まで、長い期間が必要であったと考えられる。
  一度　「銑」が得られると比較的低温で溶融するので脱炭など精錬鍛冶による鋼への転換が行える
- 鉄の精錬は高温の還元雰囲気を得ることとの戦いであり、自然通風⇒鞴の伝来が重要ポイント
  また、酸化している鉄の還元には細かい粒の状態で約20分高温の還元雰囲気中にさらさけることが必要と言われ、たたら製鉄の安定操業のベースである。
- また、高温での炭との接触は還元反応進行には必須であると同時に温度が高くなればなるほど還元された鉄に炭素が溶け込み銑の方向に進む。
  したがって、たたら製鉄には　「玉鋼」を得る「ケラ押し」法と「銑」を得る「銑押し」法の二つの秘蔵の操業法がある。

■　たたら製鉄で出来た鉄塊「ケラ・鉧」

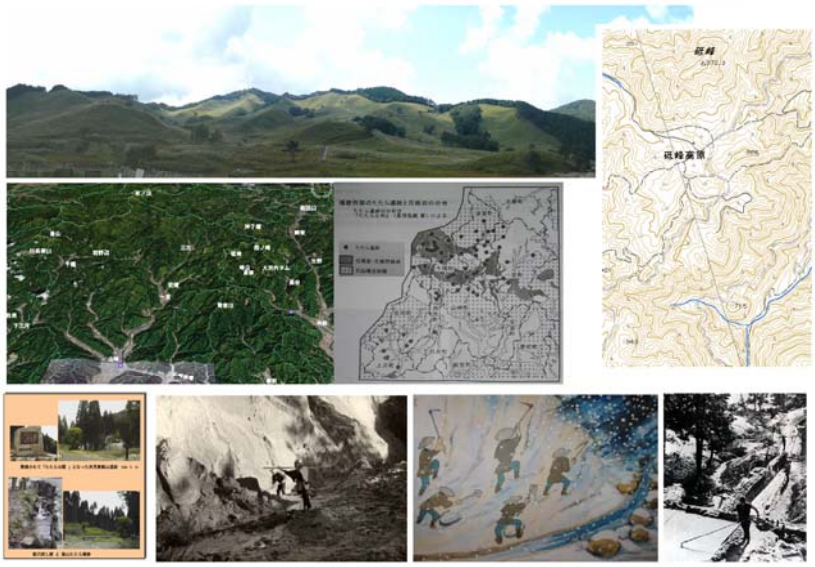
本ページ写真は　日立金属　home page　・さとやま古代たたらクラブ「たたら」
& JFE21世紀財団　「たたら　日本古来の製鉄」より採取整理しました

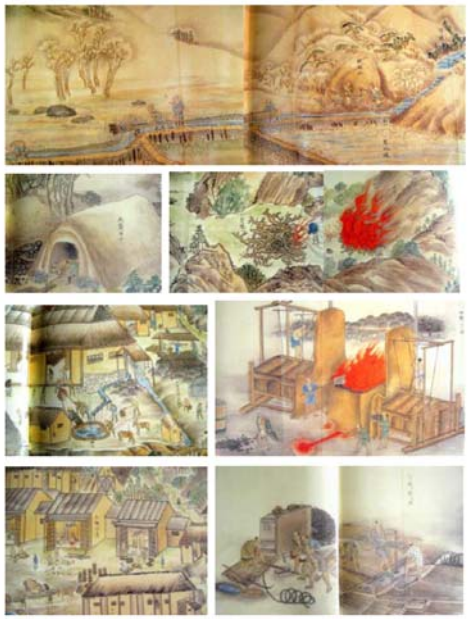
たたら製鉄に必要な砂鉄量の確保と山の切崩し

1. 永代たたら操業　一回で　砂鉄 13t・木炭 13t から　2.5～3 トンのケラ塊が得られる
2. ケラの 1/4～1/3　が玉鋼
3. 最盛期　ひとつの高殿で年間 50～60 回操業
4. 全国年間生産量　8000～10000 トン（江戸時代）
5. 日本刀１本（70cm）に 4.5ｋｇの玉鋼が必要
6. 磁鉄鉱の比重　5.5
7. 花崗岩の中に含まれる磁鉄鉱の量　0.1～1.0 vol.%

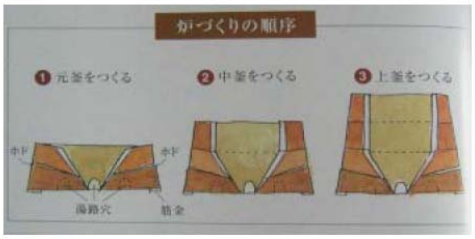
● 磁鉄鉱を含む花崗岩　約 30～４０　を切り崩すと１トンの砂鉄が取れる
一回の操業で約 13ｔの砂鉄を使うとすると約 500　の山をくずさねばならぬ。 約 8mX8m8m
そのほとんどが　鉄穴流しで土砂として下流に運ばれ、下流域・河口に堆積。また　山はその形を変える。
木炭もやまの木々が切られ作られる事を思が得るとその凄さが見て取れる。

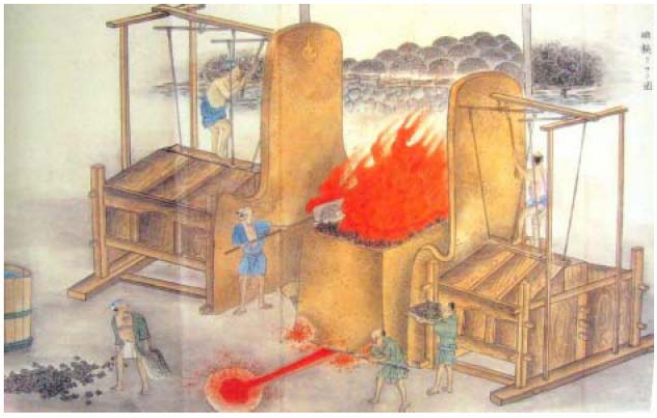
たたら砂鉄採取の人工的な地形変化が残る西播磨　砥峰高原 [山の切り崩しと鉄穴流し]

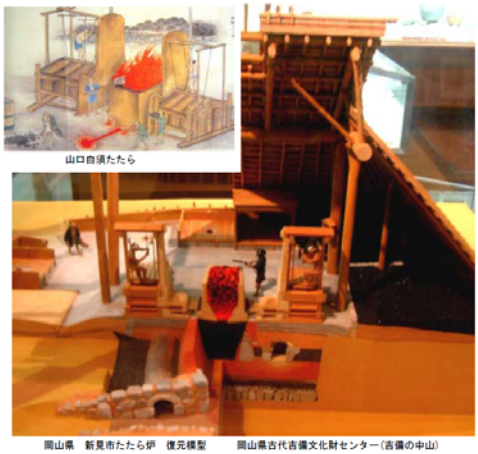
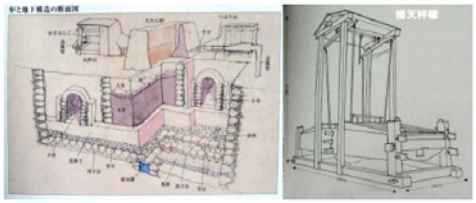




箱型たたら炉とその地下構造






山口白須たたら

岡山県　新見市たたら炉　復元模型　　岡山県古代吉備文化財センター（吉備の中山）