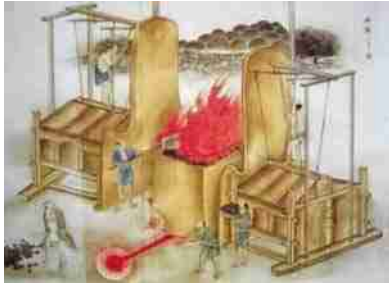


たたら製鉄 概説 「鉄の話 あれこれ」



1. 日刀保たたら〔日本美術刀剣保存協会たたら〕の操業 鉄鋼新聞 2005年 2月7日 より
2. たたら製鉄 概要
 1. 風来坊 和鉄の道を訪ねて
 2. 「たたら製鉄」日本独自の直接製鉄法
 3. 「たたら」の語源・関連言葉・地名
 4. 奥出雲・播磨 たたら「金屋子神」の伝承
 5. 日本各地に残る和鉄の道 風景
 6. 東アジア製鉄の歴史年表中国・朝鮮・日本
3. 「地球誕生から約46億年鉄の歴史と役割にびっくり」
岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで

たたら製鉄・和鉄の道を訪ねて 要旨まとめ】の後ろに資料添付しました

【 たたら製鉄・和鉄の道を訪ねて 要旨まとめ 】

1. たたら製鉄の概要 日刀保たたら〔日本美術刀剣保存協会たたら〕の操業
鉄鋼新聞 2005年2月7日 より
2. なぜ「縄文」と「鉄」なのか・・・ 縄文の民 と産鉄の民に共通の思いを見る
日本人の心を映す縄文ともののけ姫の世界 滅びの美 がなんとなく見え隠れする
 - 縄文人 川岸・山郷に暮らす森の民 素晴らしい自然を友し差して豊かな精神生活 居住地の風景の素晴らしさ
 - 産鉄の民 里から離れた谷筋に暮らす異邦人
常に支配層にだまされ、使われながら 里人を愛する「鬼伝承」に「愛すべき鬼」の姿が浮かぶ
東北で大和中央政権と戦った「蝦夷・東北」は縄文人の血を強く受け継ぎ中央と戦った。 その手には「蕨手刀」
蝦夷等中央政権に捕らえられた俘囚たちが 各地でたたら製鉄を担った
縄文人の末裔が数多く古代製鉄を担った 別所の地名が残る
3. 鉄のない「縄文」と「鉄」
 1. 日本の山郷のすばらしさ 縄文の居所 日当たりのいい四方を見渡せる高台の森
たたら山 風が吹き抜ける谷筋と尾根
 2. 武器と開拓神 鉄が戦さを持ち込んだのか?? それとも豊かな国土と文化
鉄の巨大な力・不思議な力が 国を作り、歴史・文化を育んだ
4. 鉄の歴史 私の鉄の伝来史



1. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり

「かけがえのない鉄」「鉄は五金の王」「鉄は産業の米」「鉄が文化を運び 歴史を作った」とは違った鉄の視点
「地球に鉄がなかったら 現在の地球環境も 人間を含めた生命体も存在しえず 人の歴史も生まれなかった」

なぜ 惑星の中 鉄が多い惑星は少数派 地球に鉄が沢山あるのか?? また なぜ隕石は「鉄」なのか・・・わからぬ謎

2. 鉄の旅 鉄の道 と 中央アジア・黄河をたどるシルクロード・ 雲南・長江をたどる茶葉街道

- BC19～22 世紀ユーラシア大陸の西端 トルコアナトリア高原で生まれた製鉄技術 ヒッタイト
中国ではBC10 世紀頃に伝わり 紀元前 2 世紀漢代には大規模な量産製鉄法（溶けた銑鉄製鉄法）が始まった。
- ユーラシア大陸の東端 日本で製鉄が始まるのは 5 世紀後半から 6 世紀 それもヒッタイトの時代の作り方そのままの
世界に類例のない「 砂鉄を使った鉄を溶かさずに精錬して 強くて韌な「鋼」（玉はがね）を作る技術
たたら製鉄が誕生する。
（ 日本に鉄器が伝わったのは 弥生の中期 製鉄が始まるまで 約 800 年もかかっている ）
中国ほか 誰も日本におしえてくれなかった製鉄技術 これも鉄のすごさ
- 「たたら」製鉄が秘技 といわれるのは・・・ 技術ルーツの謎・一回として同じものが作れぬ技術制御の難しさ

5. 鉄 と たたら製鉄法の不思議

1. 「イン鉄」・「純鉄」・「鋼」・「銑鉄・鋳物・鋳鉄」 成分と熱処理で大きくその質を変える

「鉄（鋼）は 剛柔なり そして 時に応じて その態（質）を変える」

これが鉄の不思議の源泉 日本各地に 鉄・鬼の伝承を生む 戦さと開拓

イン鉄	鉄とニッケルが均一に混ざった合金 さびず強靱
純鉄	やわらかくてねばい 1500℃以上でないと溶けない。 また、非常に錆びにくい 砂鉄・炭での精錬では 1000～約 1200℃の長時間還元
鋼	適正量の炭素（0.02～1.7%の炭素）を含み 強靱 1300～1,450℃で溶ける 砂鉄・炭での精錬では 1200～約 1350℃の長時間還元
銑鉄・鋳物	1.7%以上炭素含有量し、硬くてもろいが 融点は 1200℃と低い。高温での精錬・溶鉄反応で作る

現代製鉄法 間接法	高温での溶鉄反応で一度「銑鉄」をつくり、再度銑鉄を溶かして 炭素を飛ばして鋼にする
たたら製鉄 直説法	鉄鉱石・砂鉄を溶かさず 狭い温度範囲での長時間精錬で直接鋼を作る。

2. たたら製鉄炉の構造

温度・風量の精密コントロールのため 必然的に量産のためには箱型炉になり 大きく出来ない

3. 原料の砂鉄 3 世紀古墳時代前期 砂鉄は砂鉄として認識されている。 しかも 製鉄関連地で出土

でも 製鉄が 始まるのは 5・6 世紀である この砂鉄は何のため・・・

4. たたら製鉄の始まる 5・6 世紀 日本の周りの周辺諸国の製鉄はすべて 溶銑鉄の間接製鉄法

なぜ 日本だけに 作りにくい たたら製鉄法が生まれ、長く続くのか・・・それも 秘技として・・・

5. 完成されたたたら製鉄 鉄山・高殿

1. たたら製鉄が中国山地で誕生した後 量産炉がその後 確立され
8 世紀官営の製鉄コンビナートが重要拠点に作られ、古代律令国家をつくりあげてゆく。
近江 野路小野山製鉄遺跡群・北九州 元岡製鉄遺跡群・東北福島 金沢製鉄遺跡群・柏崎軽井川製鉄遺跡群 四国伊予
2. 中世 芸北の中国山地で たたら炉の下部構造や諸施設の配置がほぼ完成し、たたら場が確立する
3. 製鉄村「鉄山」での 大量生産と製鉄原料確保 山を崩し、鉄穴流しでの砂鉄の大量採取
 - 芸北・奥出雲・備中・備後・美作・奥播磨 中国山地でのたたら製鉄と鉄山経営
 - 大量の土砂の河口集積による新しい町の誕生と工業 大田川・広島 斐伊川・出雲 千種川・赤穂

6. 日本各地に残るか鉄関連伝承と製鉄地名 ならびに言葉

- 鉄の漢字語源と中央アジアの草原を駆け抜けた茶色の馬「テツ」
- 鬼伝説

- 製鉄関連地名
- 鉄関連の言葉 韃祭りと紀伊国屋文左衛門 旧暦 11 月 8 日 踏韃祭りとも言う

7. 日本各地に残る製鉄関連地の風景

「IRON ROAD 和鉄の道」 By Mutsu Nakanishi

『たたら』探訪 Iron Road・『風来坊』Country Walk・『四季折々& From

- <http://www.asahi-net.or.jp/~zp4m-nkns/index.htm> home page top
- <http://buffalonas.com/mutsu/www/dock/ironroad.htm> 製鉄関連遺跡探訪 file 収蔵庫

8. 現代の鉄の不思議

1月31日 NHK「サイエンス ZERO」鉄の先端的研究による新物性の発見をやっていました。

「たたらを歩いている」というと「何で 古い刀 そして 法隆寺の釘など古い鉄はさびないの??」と聞かれることが多い。

一般には「鉄はさびるもの」というのが常識。

でも 余談ですが、番組の中で 骨組みだけでなく壁も内部の家具も何もかもオール鉄の Iron House を作り、そこに住んでいる人がいる。

これには脱帽 現在の鉄のモニョメントに登録せねば・・・と。住みたいとは思いませんが、あこがれます。

右の図に サイエンス ZERO で紹介された鉄の新機能性発見「高純度鉄」と「超伝導性を示す鉄」の TV 画面から撮った写真を示します。



「本来高純度の鉄はさびないのです」といっても 中々ほんとうにされないのですが、写真のように高純度鉄はさびにくく、酸にも強い。また、超伝導性を発しないといわれてきた「鉄」で超伝導性を発する物質が作られた。まだ、常温超伝導までは遠いようですが、急速に超伝導を発する温度が高温側にシフトした鉄系超伝導物質が見つかってゆくだろう・・・と。

資料 たたら製鉄 概要



1. 日刀保たたら〔日本美術刀剣保存協会たたら〕の操業 鉄鋼新聞 2005年 2月7日 より

2. たたら製鉄 概要

1. 風来坊 和鉄の道を訪ねて
2. 「たたら製鉄」日本独自の直接製鉄法
3. 「たたら」の語源・関連言葉・地名
4. 奥出雲・播磨 たたら「金屋子神」の伝承
5. 日本各地に残る和鉄の道 風景
6. 東アジア製鉄の歴史年表中国・朝鮮・日本

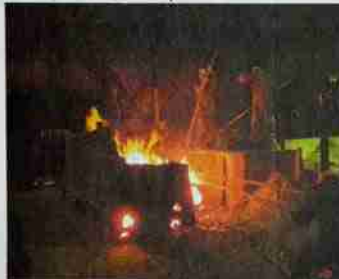
3. 「地球誕生から約 46 億年鉄の歴史と役割にびっくり」 岩波の科学ライブラリー「鉄学 137 億年の宇宙誌」を読んで



村下（むちげ）の台網で始まった



たての側面から炉を崩していく



横の側面を崩すと大きな炎が立ち上がる



鉄が見え始め、熱帯風が吹き出す



「鉾（けら）出し」スタート

朝5時半、気温マイナス10度

玉鋼を焼く炉の中、鉾（けら）出しの作業が始まる。鉾（けら）出しとは、玉鋼を焼く炉の中、鉾（けら）出しの作業が始まる。鉾（けら）出しとは、玉鋼を焼く炉の中、鉾（けら）出しの作業が始まる。



鉾出しを終え満足そうな本間明・村下（むちげ）

1200度C超の鉄塊 灼熱の世界、一瞬のどよめき

1200度C超の鉄塊 灼熱の世界、一瞬のどよめき

灼熱の世界、一瞬のどよめき

灼熱の世界、一瞬のどよめき

鉾（けら）出しの作業

日本製鉄業の源流「たたら」



日本製鉄業の源流「たたら」



出雲の地で生きる匠の技 鉄づくりの本質に迫る

出雲の地で生きる匠の技 鉄づくりの本質に迫る



3昼夜かけ2トンの玉鋼（たがね） みなぎる緊張感



3昼夜かけ2トンの玉鋼（たがね） みなぎる緊張感

みなぎる緊張感

「たたら製鉄」とは

「たたら製鉄」とは

風来坊「和鉄の道 Iron road」製鉄遺跡を訪ねて



<http://www.asahi-net.or.jp/~zp4m-nkns/>



縄文人は山を望むすばらしい景色の森に村を作った
製鉄集団の住む街道・谷筋・浜にも素晴らしいドラマと四季がある

「鉄」が文明を発展させ、平和で豊かな暮らしを展開させた半面 その力の大きさゆえ、戦争・差別を持ち込んだのか??

- 鬼伝説の中に たたら衆・鬼がいた郷土を誇る「東北」 畿内などとは異なる意識がある

鬼が住む山 奥羽山脈の峰々を誇りに思うと堂々と市民憲章に掲げる北上市。そして 岩手県民あげての寄付で作られた蝦夷の棟梁のアニメ映画「アテルイ」・高橋克彦 第34回吉川英治文学賞『火怨』

中央を流れる北上川の西に奥羽山脈 東に北上山地 両方に険しい仙人峠があり、そのどちらでも鉄を産する。

(釜石の餅鉄 大鏡町小林家の製鉄絵巻 釜石から久慈へ点々と製鉄遺跡 砂鉄海岸が続く)

また、鬼の住む山 青森岩木山(巖鬼山) 山から北に流れる川には砂鉄があり、杵沢製鉄遺跡など古代の製鉄遺跡があり、鬼と刀鍛冶の伝承が残る十腰内 鬼の里として弘前ねぶたを運行する「鬼沢」 そこには鉄の農耕具が奉納される鬼神社がある。

青森 岩木山(巖鬼山)山麓 鬼の里「鬼沢」



津軽 岩木山麓 鬼沢に伝わる「鬼伝説」
青森県 弘前市 鬼沢
昔々このあたりはやせた売れ地で、作物の稔りはきわめて悪かった。そこへ、巖木山の赤倉から下りてきたという鬼が現れ、せっせとこの売地を奪い取った。村人達は、これを見て、ただの鬼ではないと思い、閉居の悪習と農具用水の必要を知り直した。すると鬼は、それでは力を貸そうと誓ったとき、姿を消してしまった。翌朝になって村人たちが行ってみると売れ地には、一筋の水の流れる勢いよくほろほろしているではないか。村人たちは、さっそくその水を引き、以後、その水は干ばつの時も決して枯れることはなかったという。村人たちは、素直に喜んで、鬼に感謝するため、神社を建立して「鬼神社」と名づけ、村の名前も「鬼沢」としたという



北上(日高見)の『鬼』・蝦夷の族長「アテルイ」



岩手県北上市の市民憲章には
「あの高嶺 鬼住む誇り その潮音 久遠の響歌
この大地 燃えたついのち ここは北上」
と誇らしく歌う
この「鬼」とは古代「日高見(北上)川」沿いのこの地に
住んだ自分たちの祖先 蝦夷の族長 日高見の鬼「アテルイ」
とその一族 蝦夷 を指す



1. 鉄の技術を持ってやってきた集団には「開拓神」として数多くの伝承が日本各地に残る
弥彦の神 三輪山の物部主命・オオナムチ・スサノオ 但馬の天日槍 物部氏とニイハヤギ
2. 後世 たたら製鉄の砂鉄採取のための山の切り崩しが流域河口部に豊かな平野部を作った
太田川と広島 揖保川と赤穂 斐伊川と出雲
3. 「鉄」が戦争を持ち込んだのか ?? 鬼の伝承・弥生の環濠集落・卑弥呼・大和王権の絆は鉄の支配力??
「鬼」の名が残る山や鬼の住む山々が日本各地に鬼の伝承と共に残っている
大江山・伯耆大山・英彦山・東北日高見の鬼・蝦夷 アテルイ 鬼面山・巖鬼山・鬼ヶ城・鬼岳・鬼壁等々

- たたら製鉄が始まるまでの苦労が この日本国中に 数々の伝承を生み、今もその技術は生きている。
日本に鉄がもたらされた弥生時代から製鉄が始まるまで 900年 なぜ 900年もかかったのであろうか・・・
中国・朝鮮半島に目を向けると、意外にも鉄の製鉄法の伝来については 日本と同じく ベールに包まれたままである。
しかも 現在の技術をもってしても、その操業再現が非常に難しい塊錬鉄法がなぜ 生き続けることになるのであろうか・・・

たたら製鉄法なんて 時代遅れ !! の声が聞こえそうであるが、現代の技術者が たたら製鉄を操る頭領「村下」の助けなくして たたら製鉄を操ることは出来ないし、また、日本刀の材料であるその品質が極めて優れた性質を有していることも 疑いのないところ。

ユーラシア大陸の西の端で生まれた人工鉄の製造法がユーラシア大陸を横断して 日本に伝わった。
 ユラシア大陸を横断する「絹の道 シルクロード」の前に「鉄の道 Iron Road」があり、そこでは 数々のドラマが繰り広げられ、東へ伝わってきた。
 この鉄の道は 日本国内にはいっても 同じく 数々のドラマを展開してきた。
 「 ユラシア大陸の西端から日本へ
 「鉄の道」で繰り広げられた数々のドラマ」「日本誕生に間違いなくかかわった鉄」を紐解いてみたいと。」

そんな イメージを浮かべながら 製鉄関連遺跡を訪ねています。
 「鉄」の話を持ち出すだけで、必ずと言っていいほど どこでも 話が弾むのが 面白くて もう かれこれ 10数年続けています。
 ただ 日本に散らばる製鉄遺跡を訪ね、其処にたたずむだけの「風来坊の Country Walk」ですが、素晴らしい日本の原風景・四季に出会えるとともに、「たたら」製鉄・「鉄の道」が見せる顔には、現代の知恵に通ずるものが数多くあると痛感しています。
 鉄の見せる表情 まばゆい「閃光」とくろがねの「肌光」 いまも こんな美しいものはないと思っています。

2008.4.23. Mutsu NMakanishi

■ たたら製鉄法の日本への伝来



「ヒッタイトの鉄」 鉄鉱石を炭と一緒に直接加熱 半熔融状態で還元して「鋼」を作る塊錬鉄法
 日本のたたら製鉄法のルーツである

中国では 約3000前に塊錬鉄法が伝わり、紀元前 2 世紀 漢の時代にはすでに 鉄鉱石を溶かし炭素の多い「銑鉄」を作り、再度熔融脱炭して「鋼」を作る量産法が確立していた。
 現代の製鉄法と基本的には同じ方法である。
 弥生初期 日本に持ち込まれた「鉄」もこの「銑鉄」そして鉄を求めて朝鮮半島との交流が続く。
 でも 5 世紀末 約 800 年もかかって、日本で始まった製鉄法は塊錬鉄法
 この塊錬鉄法のたたら製鉄が 近代製鉄が始まる明治まで続く。なぜだろうか??
 たたら製鉄が日本固有の技術といわれる所以。 たたら製鉄伝来の謎は まだ解けていない

たたら製鉄法は砂鉄(初期には鉄鉱石も使った)を原料に木炭と共に炉中で加熱。比較的低い温度で 固体のまま還元して鉄塊(塊錬鉄)を作る日本古来の製鉄法。この加熱・還元過程で 鉄中には炭素が取り込まれるが、比較的溫度が低いので、鉄中に取り込まれた炭素量は低く 粘くて強い強靱な「鋼(玉鋼)」が出来る。〔直鉄製鉄法〕
 一方 もっと高温に加熱すると鉄中には多量の炭素が取り込まれ鉄は炭素量の覆い「銑鉄」となって融点が下がり熔融する。この炭素量の多い「銑鉄」は硬くて脆いために溶けたままで鑄込む(鑄鉄)以外に加工が難しく、強靱な鋼にするため、再熔融して、銑鉄中の炭素を酸化脱炭して「鋼」が作られる。〔間接製鉄法〕



たたら製鉄など塊錬鉄法では強靱な鋼を直接作れるが 温度や送風管理などの操業技術が難しく容易に大量生産がしにくく、大量生産の容易な間接製鉄法に変わって行く。日本でも古代からずっと続いてきた「たたら製鉄」も 江戸末期近代洋式の間接製鉄法が入ってくると次第に間接法に置き換わった。

(しかし、刀鍛冶材料として使われるたたら製鉄で製造された玉鋼の強靱な良さは現在の製鉄法では実現しがたく、
現在もたたら製鉄で製造された玉鋼が全国の刀匠に配られているという。)

一方、東アジア・中国では早くから大型炉で「銑鉄」を作り、酸化脱炭する間接製鉄法がいち早く発明され、紀元前 1 世紀頃以降から後漢の時代へ大量生産が出来る間接製鉄法が主流になっていった。

弥生時代 日本に当初 中国から伝来した「鉄」もこの「銑鉄・鑄鉄」であった。

また、朝鮮半島でも漢の統制化で製鉄が行われたが、ダイレクトに中国の大規模な間接製鉄法は伝わらず、3・4 世紀頃には小型炉による 2 つの製鉄法が並立して行われ、5 世紀後半から 6 世紀日本で製鉄が始まるまで、この朝鮮半島の鉄素材が輸入される。

1. 約 4000 年前 ユーラシア大陸の西端 ヒッタイトで人工鉄が作られて以来 長い年月を経て 中国を経て ユーラシア大陸の東の端 日本へ伝わった。
2. 中国では 約1900年前に人工鉄が作られている。
3. 日本に鉄が伝来したのが 弥生中期 鑄鉄製の斧が伝わったのが最初
その後 朝鮮半島から鉄素材を輸入しつつ、鍛造鍛冶技術が展開され、鉄器が製造されると共に、日本の国づくりがすすむ まさに「鉄は産業の米」「鉄は国家なり」「鉄は五金の王なり」である。
● 水田耕作の展開から国への発展へそして 卑弥呼の邪馬台国 大和初期王権は鉄の覇権連合
4. 日本で製鉄が始まるのは それから 約800年から900年後 5世紀半ば
ほかの金属は金属伝来と相半ばして、日本の原料を使い日本で製造されている。 銅・錫・鉛・水銀・金等々でも 鉄だけは900年もかかっている。
それも 周辺諸国の何処にもその類型が見られない「たたら製鉄」と呼ばれる塊錬鉄製造法 直接 鋼を作る製鉄法
当時 中国・朝鮮半島では 大規模な製鉄炉での高温熔融の反応で 銑鉄・鑄鉄を作り、それをさらに精練脱炭して鋼を作るほぼ現在の製鉄法がとられていた。製鉄法の技術は厳しい国家統制化におかれた。
その間 日本は脈々と朝鮮半島から鉄素材を輸入し、大量の需要をまかなった。 渡来技術集団を含め、必死に製鉄技術を探したろう。
5. 日本で鉄が作られるようになると 国家の最重要技術として 重要拠点での官営の大規模量産が行われる。
6. 製鉄の規模は変わっても 明治に洋式高炉による鉄製造法が入るまで 中世以降 このたたら製鉄が続く
また、たたら製鉄法の炉の構造 たたら炉の大きさは、中世以降ほぼ同じである。

2001 年は近代製鉄が始まって 150 年 釜石がそのスタートといわれる。
その誕生・発展には千数百年続いてきたたたら製鉄の足跡が延々と続く

中国山岳で出紀 銅型炉による製鉄のスタート

古式たたら製鉄 銅型炉への管理を示す 新江 銅型炉跡 銅古の銅型製鉄炉 銅古製鉄炉跡 2007.1.30

中国山岳で出紀 銅型炉による製鉄のスタート

古式たたら製鉄 銅型炉の構造 製鉄開始から大型・群産へ

古式 中野山 製鉄遺跡 5世紀後半
古式 大室山製鉄遺跡 5世紀後半
古式 高野山製鉄遺跡 5世紀後半
古式 新野山製鉄遺跡 5世紀後半
古式 常陸製鉄遺跡 5世紀

古式 中野山 製鉄遺跡 古式 大室山製鉄遺跡 古式 高野山製鉄遺跡 古式 新野山製鉄遺跡

日本で製鉄が始まる頃 大陸は巨大炉による熔鉄 鑄鉄法 塊錬鉄法はどこにも見られない

もう 何百年も 何処にも見られない難しい塊錬鉄法をはじめたのか... 苦難の歴史とドラマ

たたら製鉄 箱型炉の大きさ変遷 概算

古代朝鮮半島の製鉄伊達元 日本古代の製鉄伊達元 中国四川省で発見された古代製鉄炉 部分

古式 常陸製鉄遺跡 漢代 高さ4

■ 「たたら製鉄」 砂鉄を原料とした日本独自の直接製鉄法

塊煉鉄 製鉄法 (直接製鉄法)

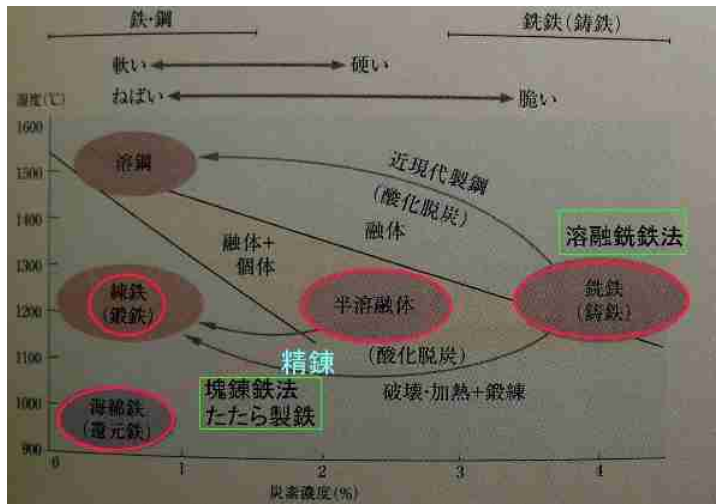
鉄鉱石・砂鉄などを比較的低い温度で加熱。
溶かさずに半熔融状態のまま還元して 海綿状の鉄や鉄塊を得る。ここの塊を再度加熱精錬・鍛造。不純物を搾り出すとともに 炭素量も調整して、強靱な鋼を得る。この鉄素材を塊煉鉄という。

「たたら」製鉄・ヒッタイトの初期製鉄法もこれである

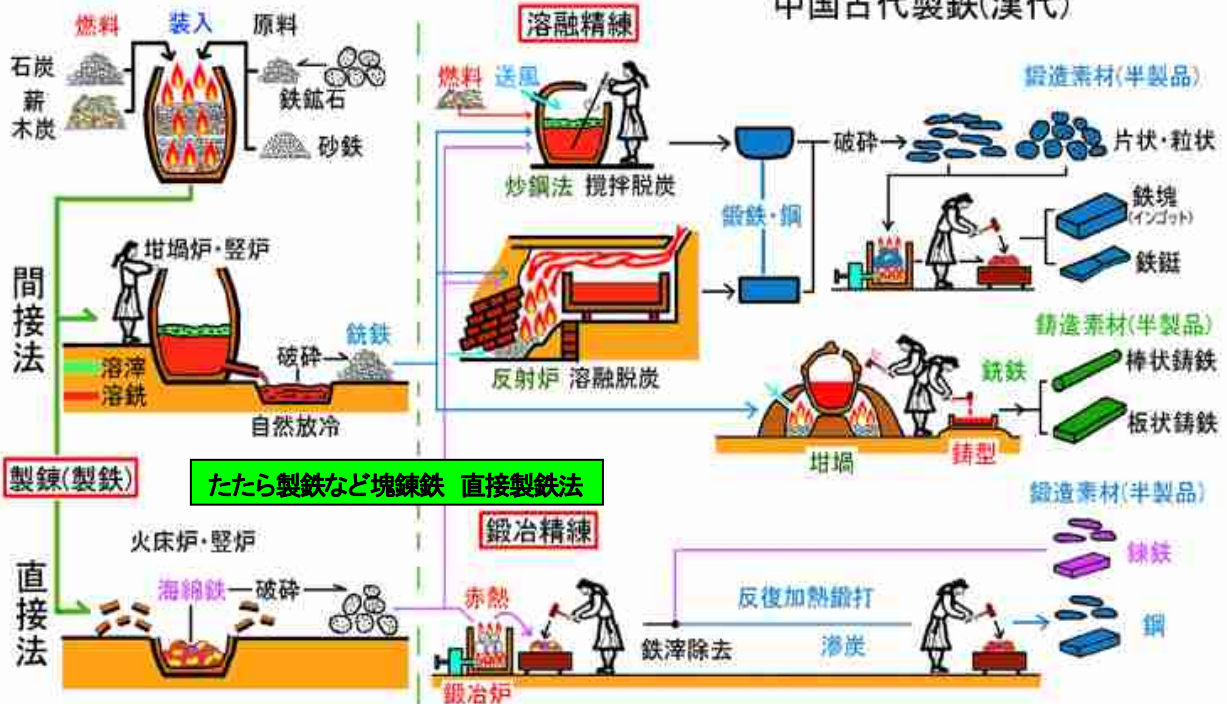
熔融鉄鉄 製鉄法 (間接製鉄法)

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、脆い鉄鉄となる。

この鉄鉄を再度加熱溶融して、鉄鉄中の炭素を燃やして 炭素調整して強靱な鋼を得る 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



間接製鉄法 (熔融鉄鉄法)

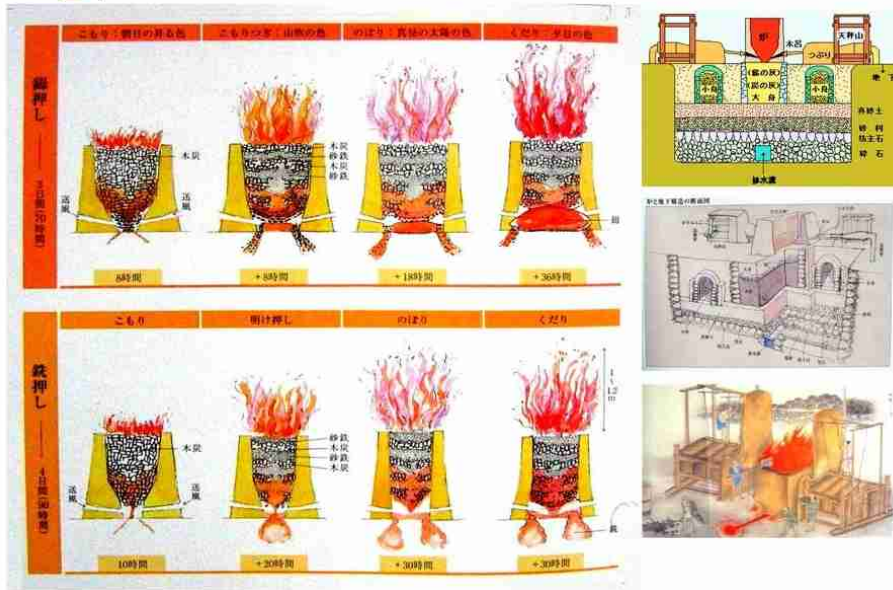


中国漢代後半には既に熔融鉄鉄から鋼を作る間接製鉄法が実用されていた

■ 鋼鉄	鉄とニッケルの合金 強くて靱性に富む ⇒ 鍛冶加工
■ 純鉄	炭素含有量が0.02%以下 融点 1536°C 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°C 炭素量に応じて強くて靱性に富む ⇒ 鍛冶加工
■ 鉄	炭素含有量が2.14%以上 融点 約 1150°C 脆いが比較的低い温度で解けて流動性に富む ⇒ 鑄物

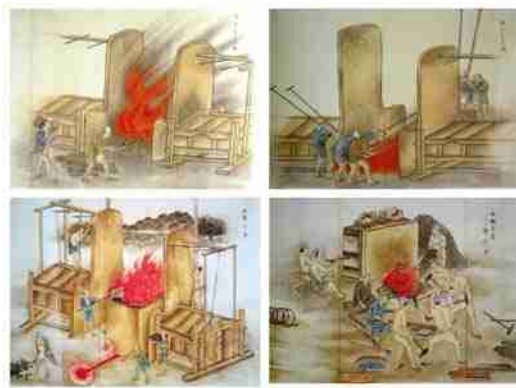


たたら製鉄法 溶かさずに塊のまま強靱な「鋼」を作る日本古来の製鉄法



- 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 「鉄」が得られると比較的低温で溶融するので脱炭など精錬鑄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⇨竈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作のベースである。
- 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鉄の方向に進む。
したがって、たたら製鉄には 「玉鋼」を得る「ケラ押し」法と「鉄」を得る「鉄押し」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・鋼」



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

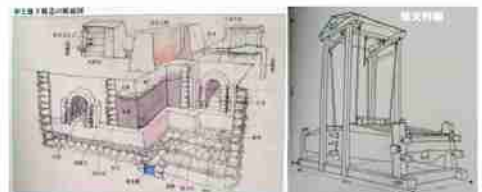
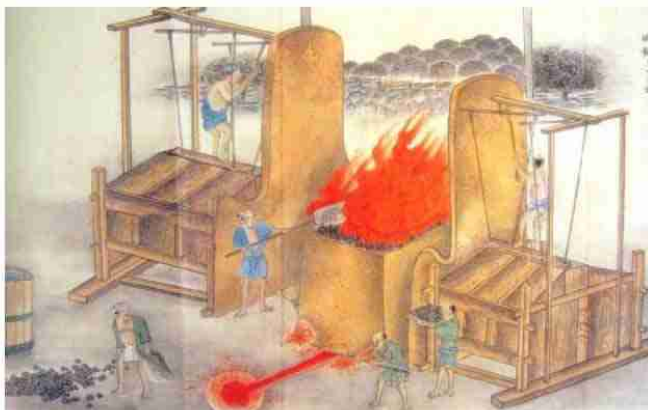
1. 永代たたら操業 一回で 砂鉄 13t・木炭 13tから 2.5~3トンのケラ塊が得られる
2. ケラの1/4~1/3 が玉鋼
3. 最盛期 ひとつの高炉で年間50~60回操業
4. 全盛年間生産量 8000~10000トン(江戸時代)
5. 日本刀1本(70cm)に4.5kgの玉鋼が必要
6. 磁鉄鉱の比重 5.5
7. 花崗岩の中に含まれる磁鉄鉱の量 0.1~1.0 vol%

- 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 鉄穴流して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恩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



日本古来の製鉄 たたら

「たたら」

「たたら製鉄」とは日本古来の製鉄法のことを言います。

われわれの祖先が営々として築き上げた日本独特の製鉄法で、千年以上の歴史をもつものです。

「たたら」という言葉は元来「ふいご」を意味する言葉のようです。

非常に古い言葉で、日本書紀に神武天皇のお后になる「媛踏躰五十鈴姫命（ひめたたらいすずのひめのみこと）」のお名前が出て来ます。

「踏躰」と書いて「たたら」と読ませています。踏躰は「踏みふいご」のことです。

この姫は出雲の神、事代主命の姫と言われ、我が国の鉄の主要な産地となる出雲の姫の名前に踏躰がついていることは非常に興味があります。

さらに、踏躰で鉄を吹くことから「鉄を製錬する炉」のことも、「たたら」というようになりました。

漢字で「鑪」と書いて「たたら」と読ませます。さらに、「炉全体を収める大きな家屋、すなわち高殿（たかどの）の」こと、さらにはこれら全体を含めた製鉄工場も「たたら」と言うようになりました。



○ たたらの語源

「たたら」という言葉ははっきりしないのですが、「強く熱する」という意味で、金属製錬と密接に関係し、インドあるいは中央アジアに源をもつ外来語のようである。

古事記には百済（くだら）、新羅（しらぎ）との交渉の場に「たたら場」とか、「たたら津」などが出て来ますので、朝鮮半島からの製鉄技術の伝来とともに「たたら」という言葉も伝わって来たのかも知れません。

古代朝鮮語で「たたら」を解釈すれば「もっと加熱する」という意味とのことという。

窪田蔵郎氏は、たたらをダットン語のタートル（猛火のこと）から転化したものでないかとしています。 《 タートル 》

安田徳太郎氏によれば、古代インド語のサンスクリット語で「タータラ」は「熱」の意味。ヒンディー語では「鋼」を「サケラー」と言うが、これは出雲の「鋼」にあたる「ケラ」と似ている。また、ミャンマー語で「刀」は「カタナ」と言う。

これらから、「たたら製鉄法」はインドの製鉄技術が東南アジア経由で伝播したものではないかと言っています。

たたら製鉄に語源を持つ言葉



- 地団駄（じたんだ）を踏む
これは”地踏鞮（じたたら）を踏む”が音便変化したものとされています。
踏鞮は普通、ふいごと呼ばれて、金属の精錬や鍛造をする時に、火力を強めるため、古代から使われていた簡単な送風機のことです。そして、大型の踏鞮を地踏鞮といいました。この地踏鞮で何本もの足が交互に踏み板を踏んでいる様子が、怒りや悔しさに地を踏み鳴らす格好に似ている事からこの言葉が出来たといわれています。
- 駄々（だだ）こねる
子供があまえてわがままを言うことを駄々をこねると言いますね。
この駄々は地団駄が語源です。じたたら→じたんだ→だだ。なお、駄々は当て字だそうです。
- 踏鞮を踏む（たたらをふむ）
勢い込んで打ち込んだり、または突いたのがはずれたために、力があまって、から足を踏むことを言います。この格好が踏鞮を踏む時の格好に似ているからです。お芝居などで使います。
- 代わり番こ（かわりばんこ）
踏鞮を踏むのは熱く苦しいので交代で行わないと倒れてしまいます。この踏鞮を踏むための順番を番、人間を番子と言いました。つまり交代しながら仕事をする事を総称して番子といったのです。

鍛冶屋さんと鋳物工場に由来する言葉



- 相槌（あいづち）
鍛冶などで師匠の打つ間に弟子が槌を入れることや、互いに槌を打ち合わす事を相槌と言いました。両者の呼吸が合わなければ良い物が出来ないの、他人の話に調子を合わせる意味になったのです。
- 頓珍漢（とんちんかん）
物事が行き違う事やちぐはぐな事、訳のわからないことを言います。
頓珍漢は当て字です。鍛冶屋の相槌の音が語源です。
交互に打って、一緒に打つことはないことからです。
- おシャカになる
物が壊れたりする事を「オシャカになる」と言います。
この語源は4月8日の花祭り（お釈迦様の誕生日）からきているというのが有力です。
鋳物工場で、ふいごの火が強すぎると鉄が駄目になってしまいます。
これを江戸弁で「しがつよかった（火が強かった）」といったのが、4月8日と音が似ていたのでオシャカになるとしゃれたと言うようです。

《「たたら製鉄」関連名・地名》

- 「クサ・種」

兵庫県千種町 製鉄神 金子神 降誕の地岩野辺があり、古代より、たたら製鉄の栄えた土地である。この「種」は鉄の意である。「トクサ 徳佐」もまた この「クサ・種」から派生する関連地名という。
- 「サビ」とは鉄のこと

素戔鳴の断蛇剣が、韓鋤(カラサビ)と呼ばれている。列島在来産ではなく朝鮮半島渡来の鉄剣か、もしくは韓から新しく渡来した新技術で吹かれた、鋭利な鉄剣だったとアピールしていることも確かだろう。
- - 鉄の原料である砂鉄や材料に係わる地名

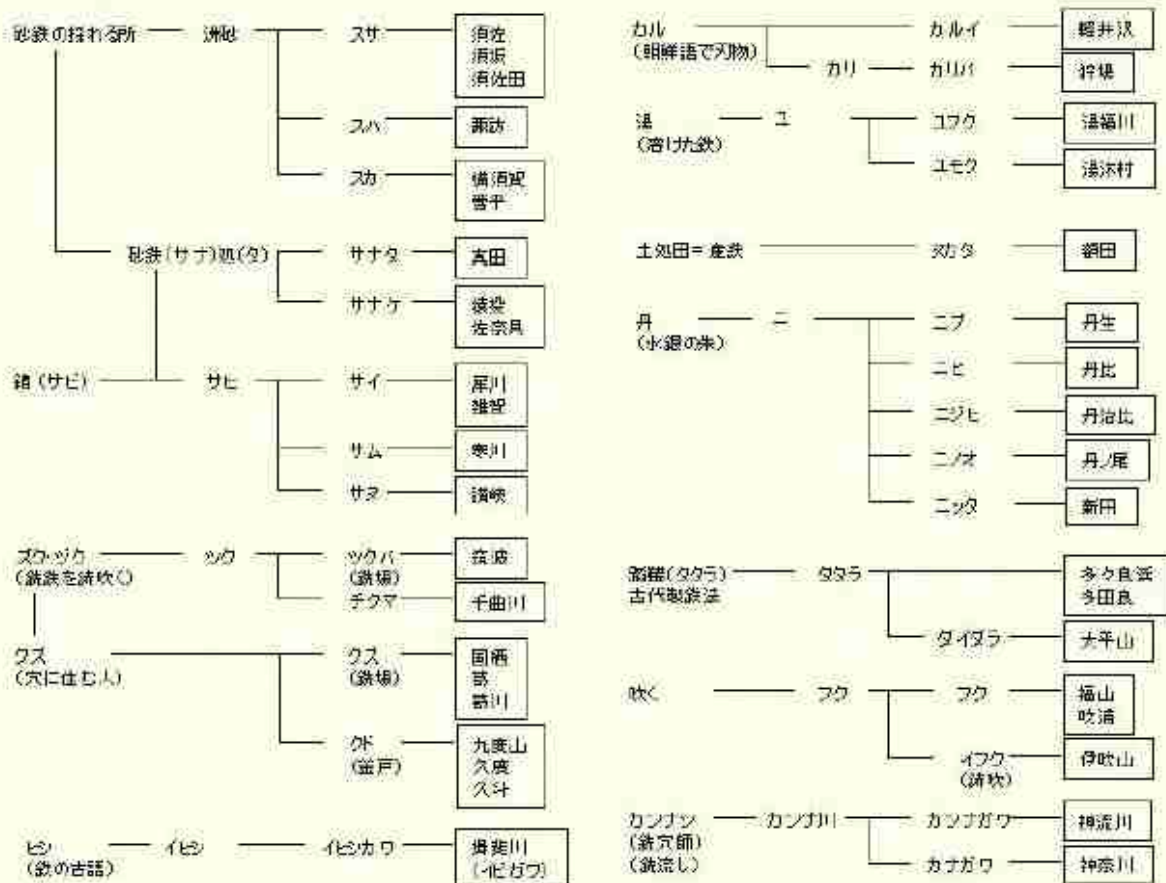
蟹沢、金ヶ沢、砂子沢 (いなごさわ) 金山 (かねやま) など
 - 製鉄炉や鉄の生産加工に関連する地名

踏鞴 (たたら)、大平 (おおひら)、雷 (いかづち)、鍛冶屋敷など
 - 生産された鉄製品の流通を仲介したとみられている神人と関連した地名

八田 (はった)、神田 (かんだ)、飛鳥田 (あすかだ)、八幡田 (やわただ) 等
 - 製鉄や須恵器の生産技術を持つ工人集団の出自を表わしたとみられる地名

和泉国や今木郷の出自であったことから工人達の出身地である「泉」
百済王に近い鉄工人集団は「寒川」地名
泉、今泉、小泉、泉田、泉八日、泉沢、寒川等

古代鉄関連の地名



島根県安来市広瀬町西比田、金屋子神八代祭文より

金屋子神の足跡を求めて



金屋子神の足跡を求めて

タタラ製鉄に関する出雲の伝承から「金屋子神祭文」には、おおよそ次のような伝承が載るといふ。

(1) 金屋子(カナヤゴ)神の示現

大昔のこと、播磨国宍粟(粟)郡岩鍋という山間の村では大旱(ヒデリ)が続き、村人は困って山に集まり乞いをしたところ、天から神が示現して大粒の雨を降らせた。村人がその神の名を聞いたところ、「わたしは金山彦(カナヤマヒコ)天目一箇神(アメノマヒトツノカミ)ともいう金屋子神である」と明かす。そして、村人にタタラによって鉄を作ることを教え、様々な道具を作る技術を入々に授けた。そして、「これから西の方へ行き、鉄を吹き道具を作ることをさらに多くの人々に教えねばならない」と、白鷺に乗って天空高く飛び立った。

(2) 出雲国比田・黒田への飛来

その後、金屋子神は出雲国に飛来し、能義郡比田の森に降り立ったと言う。西比田の黒田というところの桂の巨木に羽を休めていたところ、安倍の祖一正重という者が犬をあまた引き連れて猟に来ており、白鷺の発する光明を見て正重の犬たちが驚き吠えた。そして、安倍正重はおそるおそる問うた。「あなたは誰か、この地に何をしに来たのか」。すると神は「われは金屋子の神なり、ここに住いして『タタラ』を仕立て、鉄(カネ)を吹く技を始めべし」と告げたという。

(3) 出雲タタラのはじまり

金屋子神のお告げを受けた正重は、長田兵部朝日長者にことの次第を話し、まず桂の木の下に金屋子神の宮を立てた。以後正重はこの宮の祭祀を司り、朝日長者は以後「タタラの村下(ムラゲ)総指揮」に任ずることとなった。タタラの高殿の建設には、金屋子神の多数の眷属神が手助けする。最初に現れて七十五種もの必要な道具を作ったのは、七十五人の子供の神であったという。





砂鉄が産する砂鉄の浜 風景に因りて 2001.5.15



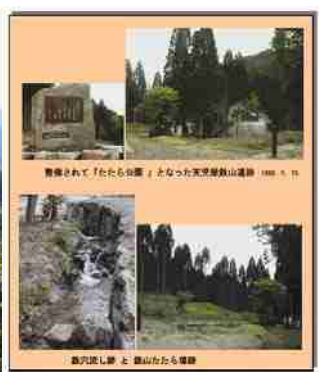
千種 岩野辺 金屋子神社 祭文の写

金屋子神 千種岩野 降臨の伝承
播磨守相野岩野なる神の水に高天が祈より、はらの神天降り産すあり、
民驚きて「何なる神ぞ」と問ひまつ。
時に、神託けて曰く、「われは是れ、作金者金屋子の神なり。
一番は是の方を守る神なれば、むべ住むところあらん」として、白鷺に乗り
て西の國に歸たまふ。
出雲の國の野戦の郡の黒田が奥井田の山林に暮きたまひて・・・

鳥根高 広瀬町 「金屋子神社」祭文より

1. 北海道 美しい花が咲き誇る美瑛の丘の周辺は砂鉄でいっぱい でも これらが使われた形跡はない
2. 北海道 恵山周辺 海岸は黒い砂鉄の浜 古武井海岸では 失敗したが、日本で最初の高炉建設が行われた
3. 東北 青森岩木山 鬼の住む山 山から北に流れる川には砂鉄があり、空沢製鉄遺跡など古代の製鉄遺跡がある
鬼と刀鍛冶の伝承が残る十腰内 鬼の里として弘前ねぶたを運行する鬼沢 そこには鉄の農耕具が奉納される鬼神社がある。
4. 東北 鬼が住む山を誇りに思うと堂々と市民憲章に掲げる北上市
そして 岩手県民あげての寄付で作られた蝦夷の棟梁のアニメ映画「アテルイ」・高橋克彦 第34回吉川英治文学賞『火怨』
中央を流れる北上川の西に奥羽山脈 東に北上山地 両方に険しい仙人峠があり、そのどちらでも鉄を産する。
(釜石の餅鉄 大釜町小林家の製鉄絵巻 釜石から久慈へ点々と製鉄遺跡 砂鉄海岸が続く)
5. 東北 一関 狢鼻溪 砂鉄川 砂鉄と雲母がきらきら光る静かな川の川くだり そして、日本刀のルーツ舞草刀・舞草鍛冶
6. 東北 鬼面山・赤湯のある那須連峰沼原には住金ペンストックの揚水発電所 もみじの安達太良山鉄山とくろがね小屋
7. 東北 福島県原町・相馬 蝦夷征伐の兵器庫 官営の大製鉄コンビナート 金沢製鉄遺跡群
この周辺 北茨城の常陸海岸は砂鉄浜 そして 内陸部には金山 渡来人の痕跡 彩色古墳がある
8. 関東 茨城 鹿島 常陸風土記に記載された若松の砂鉄 そして鹿島灘から九十九里 砂鉄の砂浜 上総の台地に製鉄遺跡群
9. 中部 中央構造線が貫く豊橋から諏訪へ もうひとつの製鉄原料 高師小僧
10. 中部 伊吹山山麓 南宮大社とイブキ神社 伊福部
11. 中部 越後柏崎 古代の大製鉄コンビナート 軽井川南製鉄遺跡群 米山を眺める広大な台地一杯に広がる製鉄遺跡群
12. 中部 美濃 美濃赤坂から関へ 東海の鉄関連地がつづく 日本最古の鉄製吊橋とフェザー記念館のカミソリ
13. 中部 佐久 武州街道茂来山たたら そして 諏訪大社と諏訪褐鉄鉱山
14. 近畿 畿内で一番早く製鉄が始まった湖北 古橋製鉄遺跡 マキノ製鉄遺跡群
琵琶湖西岸 比叡・比良山麓は渡来人の住む製鉄地帯 比叡山越え きらら坂は鉄鉱石採取の鉄の道
15. 近畿 今は高速道路 大学の地下に眠る大和王権の製鉄コンビナート 瀬田丘陵製鉄遺跡群
古代の製鉄法を完成し、その量産炉で地方経営 源内峠製鉄遺跡 草津野路小野山製鉄遺跡 木瓜原製鉄遺跡
16. 近畿 製鉄が始まる前夜 初期大和王権を支えた鍛冶工房群 数々の渡来集団が大和王権を支えた
大泉製鉄遺跡群 交野森製鉄遺跡 葛城・金剛山麓葛城氏の製鉄遺跡群 布留遺跡群
17. 近畿 鉄の山三輪山とその北麓鉄穴には兵主神社
18. 近畿 紀ノ川は朝鮮半島から大和への古代鉄の道 そこにそびえる磁石石の竜門山 多くの渡来人がこの道を来た
19. 近畿 播磨風土記の鉄 千種・佐用・粟 古代播磨の大製鉄地帯 そして今 砂鉄採取の残丘は素晴らしい景観を残した
千草・岩鍋 佐用大撫山は今宇宙を眺める 天日槍伝説の一宮 三方・但馬の出石 砥峰高原の残丘群
20. 近畿 鬼の住む山大江山山麓から丹後半島 天女が通った道は鉄の道 与謝半島の遠所製鉄遺跡
21. 近畿 弥生の戦 六甲山周辺の高地性集落群 そして 弥生の戦を語る鉄のやじりの刺さった人骨
西を向いて多数の人が眠る山口土井が浜人の中にも鉄に刺された人骨 山陰青谷上寺地でも
22. 近畿 鉄のモニュメント 大阪万博公園の大屋根 北海道開拓記念塔 岐阜美濃橋ほか
23. 近畿 尼崎・神戸三宮にも古代の重要な鍛冶工房遺跡があった 若王寺遺跡・二ノ宮遺跡
24. 中国 吉備の鬼伝説と鬼ヶ城 吉備の中国道の通る中国山地はいち早く製鉄が始まったところ
総社 千引カナクロ谷製鉄遺跡・大蔵池南製鉄遺跡ほか

- 25. 中国 中世たたら場諸施設の配置と製鉄炉下部構造を完成させた芸北のたたら遺跡
切手になった加計隅屋絵図と芸北製鉄遺跡群
- 26. 中国 中国山地の奥出雲のたたら
鉄のミュージアム吉田村 鉄山跡がそっくり残る菅谷たたら
横田日本刀剣保護協会のたたら 糸原記念館 鳥上山と日立金属のたたらと和鋼記念館
- 27. 中国 高速道路の建設で目覚めた石見・奥出雲の製鉄遺跡群
浜田道 瑞穂町 IC 古代 製鉄初期のたたら 今佐屋山たたら遺跡と周辺出羽製鉄遺跡群
松江道建設で呼び覚まされた奥出雲の製鉄遺跡群
- 28. 中国 山口大津阿川村砂鉄洗取之図と静かに川底にねむる白洲たたら 美祢周辺は幕末長州を支えた鉄と奈良の大仏の銅
- 29. 中国 山口スサノオ伝説と 磁石石 須佐高山
- 30. 中国 伯耆大山溝口の鬼伝説 斐伊川が流れ下る船通山 広瀬の金屋子神社
- 31. 中国 弥生時代いち早く九州から自立 鉄を蓄積した山陰 青谷上寺地遺跡 麦木晩田遺跡
- 32. 四国 縄文人の道具材料サヌカイトの故郷坂出「金山」サヌカイトは地球マンツルの成分 叩くと鉄鐘の響き
ここには 鉄の古い伝承が残り、小学生がその伝承を語り伝えている。
- 33. 四国 今治 高橋佐夜ノ谷製鉄遺跡 四国で初めての古代の製鉄炉 この地にも古代の拠点コンビナートがあったのか
- 34. 九州 九州大学伊都キャンパスでペールを脱いだ 大陸・朝鮮半島を見据える古代の大製鉄コンビナート 元岡遺跡群
- 35. 九州 古代謎の装飾古墳群の菊池川流域には鉄の痕跡と製鉄に関連する炭焼き長者伝説
- 36. 九州 鹿児島 知覧 石組み製鉄炉と粗い砂鉄の浜がつづく開聞岳の砂浜が素晴らしい
等々



3. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり

地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり

「地球に鉄がなかったら 現在の地球環境も 人間を含めた生命体も存在しえず 人の歴史も生まれなかった」

「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで 2010. 3. 15. by Mutsu Nakanishi



「地球に鉄がなかったら

現在の地球環境も 人間を含めた生命体も存在しえず 人の歴史も生まれなかった」

「かけがえのない鉄」「鉄は五金の王」

「鉄は産業の米」「鉄が文化を運び 歴史を作った」

人は鉄がなければ 生きてゆけない

文明を支える素材として 生命を司る元素として

何より鉄がなければ 地球さえも 存在しなかったかも知れない

「鉄学 137億年の宇宙誌」より



地球の誕生は約45億年前誕生した大気・水・大地がある惑星

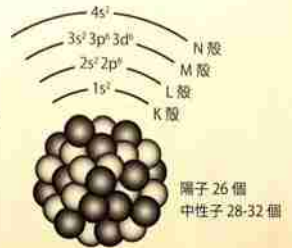
また、鉄を多く含む 鉄の惑星でもあった

この鉄の存在が 地球環境 そして 生命体の維持をもたらし、人間を誕生させた

太陽系のほかの星に比べて 地球の大気は二酸化炭素が非常に少なく 酸素が多いのはなぜか これも鉄による

鉄 Fe

- 原子番号 26
- 原子量 55.845
- 同位体存在度 (%)
 - ⁵⁴Fe 5.845
 - ⁵⁶Fe 91.754
 - ⁵⁷Fe 2.119
 - ⁵⁸Fe 0.282
- 酸化数 0, 2, 3



「あなたの話は 何でも 鉄やなあ・・・」とよく言われる。
 「鉄をキーワードに 有史以来現代に至るまで歴史を眺めたり、
 また、人に話しかければ、先が見えてくるように思う。
 そして、すばらしい日本の風景も・・・」というのが、
 ふらっと出かける私の「風来坊」Country Walkの唯一の視点。

そんな折、友人から 「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」。小さな解説本ながら実に面白い。お勧め。」とメールをもらった。
 宇宙物理の本は難解であり理解できず、好きではないのですが、
 「鉄学 137億年の宇宙誌」の名前に惹かれて 一気に。
 東大総合研究博物館で昨年開催された「鉄学 137億年の宇宙誌」展の
 企画内容をまとめた本ようですが、知らなかった「鉄の力」にびっくり。
 鉄は五金の王 鉄の不思議を改めて知りました。お勧めです。

本を開くとその冒頭に 次の言葉が書かれている。

私たちは鉄がなければ生きてゆけません。この単純なしかし重要な結論を私たちは生物学のみならず、地球科学、環境科学、考古学、物理学、化学、天文学など幅広い研究分野から「鉄」を概観することで導き出しました。
 この結論をふまえた上で、鉄を通じた新しい宇宙誌や地球誌、生命誌、人類誌を提示しようとする試みである



「ちょっと 大きすぎるのでは・・・」と思いながら、読み始めたのですが、読み進めるうちに「生命体も存在しえず 人の歴史も生まれなかった」と。

ちょっとそのさわりです。

- 地球の生命体がその維持を計る「酸素／炭酸ガス」の授受が容易にできるのは 鉄原子がその環境に応じて、水に溶ける形に変わり、その授受にかかわれる（水に溶ける2価の鉄と溶けない3価の鉄）この仕掛けが血液内の鉄 ヘモグロビン・植物の光合成にもある
- 地球生命体が地表面で快適に生活できるのは、鉄が大量に地球に存在しているから。
宇宙からの有害な放射線が地表面に危険なレベルで届かないのは、磁場のお陰。そしてこの磁場は、地球内部に存在している鉄の一部が溶融し、電流が流れているため。つまり地球内部の大量の鉄が、地球表層を生命にとって安全な環境へと変えた。
そして、そのおかげで生命体が地表付近で活動できるようになり こうした生物による光合成が地球表層環境を著しく変化させた。
大気分子の酸素量を増大させるなど その生命体活動が地球に残した化石が現代の鉄鉱床 縞状鉄鉱床である。

等々 知らなかった鉄と地球環境 鉄と人間を含む生命体との関係

「ちょっと 大きすぎるのでは・・・」と思いながら、読み始めたのですが、読み進めるうちに

「地球に鉄がなかったら 現在の地球環境も 人間を含めた生命体も存在しえず 人の歴史も生まれなかった」と
本当にほとんど知らなかった宇宙・地球における鉄の役割 それが誇張でないことにびっくりでした。

「鉄は産業の米 鉄が文化を運び 歴史を作った」というのも小さく見えてくるほど 大きな「鉄の力」。

「宇宙物理など自分には解からん」と避けていた分野ですが、それが 地球の歴史・人間の歴史を解き明かす。

本当にびっくり。お勧めです。

東大総合連休博物館 「鉄学 137 億年の宇宙誌」展のページに本書がわかりやすく解説した「かけがえのない鉄」についてのまとめが掲載されていたので、内容の参考になればと転記掲載しました

鉄学年表 Powers of Ten Years

10 ¹ 年後： 近未来の姿	鉄系の超伝導、超高純度鉄、新触媒、鉄の海洋散布など、鉄に関する最先端の研究から、将来の鉄利用が見えてくる。
10 ⁰ 年前： 転換期の現在	鉄は構造材・機能材として現代文明の根幹を成す。現在は持続社会の構築へ向けた準備段階であろう。
10 ¹ 年前： 鉄は国家なり	カズクの開発の時代。鉄を制するものが国家を制すると言われたが、同時に成長の限界という概念に気づく。
10 ² 年前： 鉄と産業革命	コークス製鉄法による安価な鉄鋼の供給と、鉄の磁性と電気の見方は、産業革命の起爆剤となった。
10 ³ 年前： 鉄器時代	鉄の有効利用は効率的な農耕を促し、より文明を安定させると共に、他の文明を淘汰するのに役だった。
10 ⁴ 年前： 赤い鉄	鉄隕石で、人類は初めて金属鉄を利用した。それ以前の旧石器時代においても、赤い酸化鉄が広く利用されていた。
10 ⁵ 年前： 鉄と気候変動	植物プランクトンの活動度には、鉄が大きな役割を果たしており、これと気候変動との関連が指摘されている。
10 ⁶ 年前： 地球磁場逆転	過去500万年に20回も地球磁場が逆転している。その際、結果的に気候が変化するという説もある。
10 ⁷ 年前： 生命維持と鉄	この時代の大量絶滅期を哺乳類は生き延びた。哺乳類の生命維持に、鉄は重要な役割を果たした。
10 ⁸ 年前： 生命の多様化	生命の多様化を影で支えた鉄。多細胞生命が発達するための鍵であったヘモグロビンは、鉄が主要な役割をはたす。
10 ⁹ 年前： 地球の形成	地球のような固体惑星の形成には、そもそも金属が必要である。そして地球中心に鉄が濃集し溶融することで、地球磁場が形成された。その結果、大量に発生したシアノバクテリアは、海の酸化還元状態の大変化を引き起こし、現在の主要な鉄鉱石である縞状鉄鉱床を形成した。
10 ¹⁰ 年前： 鉄元素の形成	超新星の内部において、核融合によって鉄が形成された。宇宙において、鉄の存在度は他の元素より相対的に高くなった。

岩波の科学ライブラリー「鉄学 137 億年の宇宙誌」 & 東大総合博物館 home page より

http://www.um.u-tokyo.ac.jp/exhibition/2009Fe_description.html

■ 参考1 岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」より



● 生命による環境変動が 鉄鉱床を形成

約 25 億年前に光のエネルギーを使って 光合成を行うシアノバクテリアが誕生
その光合成に伴う分泌物が形成した縞状組織に特徴づけられる炭酸塩岩. 縞状
鉄鉱床を形成した大規模な環境変動をもたらした酸素の発生源であると考えら
れている。(シアノバクテリアが発生させた大量の分子状酸素は海水中の鉄イオ
ンと反応して 海水中の2価の鉄が溶けない3価の鉄になり 沈殿し、大量の鉄鉱床が海
底に形成された。なお、原始地球の原始大気、あるいは原始海洋の中で
約40億年前頃生命が誕生したといわれている。)

ストロマトライト. シアノバクテリアなどの光合成に伴う分泌物が形成した縞状組織に特徴づけられる炭酸塩岩

● 海に溶け込む鉄の量が生命活動を制約する

海に溶け込んだ鉄の量は極端に少ないが、わずかしか存在しない鉄の量が海の生命活動を制約する。

灰色に色づけられた植物プランクトンの生物量が低く保たれている海域をHNLC 海域といい、鉄が不足しているためにできた海域だと結論付けられた。陸上の鉄が大気ダストを含め、海と生命につながっている。また、このことから 海洋に鉄を散布し、植物プランクトンを増加させ地球温暖化対策にしようとする動きもある。



灰色に色づけられた植物プランクトンの生物量が低く保たれている海域 HNLC 海域

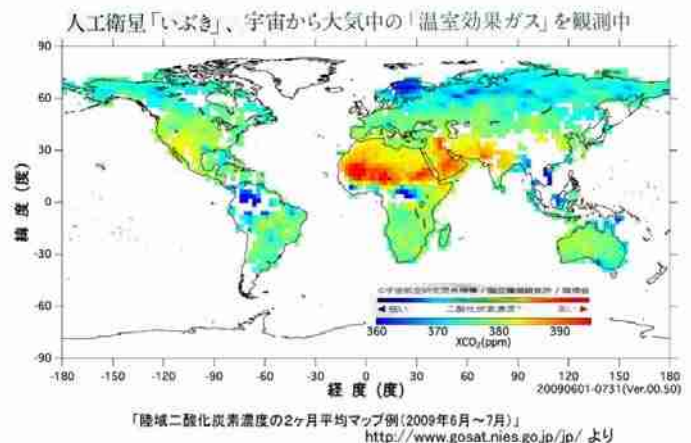
● 鉄が気候を変える

地軸の傾きのふらつき等が地球の氷期と間氷期のサイクルを生むと言われるが、このサイクルの中で 氷期がはじまると 乾燥大地の鉄が大気地ダストとして海に運ばれ、海の植物プランクトンを増加させ、大気中の炭酸ガス濃度を下げ、益々温度を低下させるというモデルが検討されている。

■ 参考2 地球 陸域 二酸化炭素濃度マップ例

2009. 6~7月 <http://gosat.nees.go.jp> より

夏 植物の光合成の盛んな北半球の高緯度側の二酸化炭素濃度が南半球より低い。また、アフリカ大陸やアラビア半島に見られる高濃度には砂漠の砂塵などの影響、また、アフリカ、スカンジナビア、アマゾン周辺の低濃度には薄い雲などの影響により、系統的な誤差が含まれている可能性もあります。



<http://www.gosat.nies.go.jp/jp/> より