2020.1.12.　NHK特集「アイアンロード」を視聴して　2020.1.15.

仲間からのメールに　私の気になっていたことを「和鉄の道」資料から補足メール

Mutsu Nakanishi

１月12日夜９時から放送された「アイアンロード　古代鉄の道」について、感想とともに「もう一つ製鉄法や製鉄技術についてはよくわからなかった」とのメールを何通かいただきました。

毎年　和鉄の道・Iron Road で紹介してきた愛媛大古代鉄研究所　村上恭通教授らのユーラシア大陸各国研究連携ロジェクト「鉄の起源・伝播　-ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道　Metal Road- 」の研究成果に基づく特集。　嬉しい番組でした。

でも　私も番組見ていて　「アイアンロードをたどって東遷した製鉄法の流れ」が解説されていないなぁ・・・・と。

もっとも　これをきっちり説明するとなると「アイアンロードを文明伝播の道」として捉えるNHK特集の本質が消えてしまう。一般人並びに研究者・考古学者そして　鉄のエンジニアでさえ、理解しているようで理解されていないのが製鉄法・製鉄技術である。

今回は深く製鉄技術伝播に関連する製鉄炉など操業遺構や出土鉄遺物の解析に踏み込まれていなかたので、技術屋はみんなそんな感じを持つのだろう。

製鉄所では　鉄の製造部門として　製銑・製鋼部門としてきっちり区別されている技術体系が開設されていないなぁと。

文明・文化伝播を物の交流の視点で捉えるのと技術の視点で捉えるのとでは大違い。技術の伝播は物と人との両方が同時に動いていることで論じねばならない。　技術の移転には実際の操業を通して「みたり　きいたり　ためしたり」が不可欠。模倣はできても移転できない。製鉄技術などその最たるもの。技術の稚拙で人やものの動きを研究する世界もある。聞きかじりではどうにもならぬ世界です。

感じた中から、わたしの知識にあること補足しました。

1.「鉄」には鉄の中に含まれる炭素量に応じて全く異なる性質を持つ３つの「鉄」がある

鉄鋼・製鉄を学んだ人は

「製鉄法なんて　昔も今も大きな反応塔（高炉や製鉄炉）の中に鉄鉱石と炭を交互に幾重にも重ね、下から大量の空気を吹き込んで高温にすれば　勝手に反応して、底に「鉄」ができるんや　簡単や」

などとすぐいう。でも、嘘ではないのですが、これが曲者。

一概に「鉄」といっても　鉄には鉄中に含まれる炭素含有量に応じて、性質が大きく異る

３種の「鉄」に区分される。この３種では使い方が全く異なり、相互流用ができないのである。

- ◎　**炭素を含まぬ純鉄**
- ◎　**約2%以下の炭素を含む強靭な鋼　そして**
- ◎　**2%以上の炭素を含み脆いが比較的低い温度で溶けて鉄鋳物を作るのに適している鋳銑鉄**

前記のごとく「鉄なんて　簡単に作れる」というが・・・・いったい高炉・製鉄炉の中でどんな「鉄」を作るというのだろうか・・・・いつも同じものが安定して作れるのか・・・・

また、高温にすれば・・・というが　いったいどれほどの温度がいるのか・・

それも簡単に作れるのか　　そして　積み重ねた炭の役割は・・・

ただ温度さえ高温にしても　鉄鉱石から鉄ができるはずがない。

そして、人工鉄の始まりから人が追い求めてきた「鉄」は　強靭な「鋼」である。

2.　製鉄法・製鉄技術　すなわち鉄鉱石から「鉄」を取り出す技術

製鉄原料である鉄鉱石や砂鉄とは鉱物の中に酸化した状態で鉄分が含まれている。

高炉や製鉄炉の中での反応とは

人工鉄を取り出すにはまず、鉄分を含む鉱物部と岩石を分離させ、さらに鉄鉱石の中にある酸化している鉄分から酸素を取り除いて（いわゆる還元）して、「鉄」のみにして、「鉄」を取り出す。

筒型の高炉・製鉄炉に鉄鉱石や副原料の炭を補給しつつ、空気を送り込みつつ、燃料の炭を燃やし、長時間に渡り内部の温度・ガス分布を維持して、鉄鉱石に含まれる鉄分を還元して鉄を作る

すなわち、高炉・製鉄炉の中で　鉱石の中で複雑に絡み合っている岩石部を溶融排除しつつ、酸化している鉄部分を還元して、「鉄」だけを集積させて取り出すのが、高炉・製鉄炉の役割。

3.高炉や製鉄炉の中で　岩石部の分離（スラグ分離）と鉄部の還元反応が同時進行する操業

◎　岩石部を分離

鉱石を分離するのは鉄の溶融温度と岩石の溶融温度の差を使って、温度を上げて、岩石部を溶融させ、スラグとして炉外へ排出し、溶けていない「鉄」を残す。
鉄鉱石全体を溶かせる高温にするとスラグと溶融している鉄との２層に分離する。
（ただし　酸化した鉄分が鉄に還元されていない部分はそれも先に溶融していて　スラグの中にはいる）

◎　高炉や製鉄炉の中での鉄部の還元反応を担う炭の役割

高炉や製鉄炉の中の空間で炭が燃えるとともに蒸し焼き状態になると高温の炉内で
大量の炭酸ガスと一酸化炭素ガスが発生し、その炭酸ガスが鉱石表面の酸化鉄から酸素を奪い取り、順次酸化鉄を還元して鉄にしてゆく。
この酸化・還元反応の反応性は炉内の温度と炭酸ガス/一酸化炭素ガスの分圧によって大きく異なる。
一方　還元されフレッシュとなった鉄の周りには大量の炭素もあり、それが順次鉄の中に入る。（浸炭）
従って、高炉や製鉄炉の温度分布や温度が安定に制御され、長時間維持されないと鉄を取り出すことができない。また高温になればなるほど鉄の中へ入り込む炭素量も多くなる。
反応速度論から言えば温度を高くすればするほど反応速度はあがるのですが、
スラグの発生は多く、反応の制御が難しい。また、温度に応じてできる鉄の質も大きく変化する。
高炉も製鉄炉も　簡単に言えば、内部に安定して高温に保持する部分（反応帯）を形成するとともに、炭を安定して蒸し焼きにして、炉内雰囲気を還元雰囲気に安定に保つ。
簡単な筒型構造ですが、上記の温度・雰囲気・反応帯の維持は実に難しい。観る　聞く　試すで大違い。
一口に言えば、現代の高炉も初めて人工鉄を作り出したヒツタイトの製鉄炉も　日本のたたら炉もすべてこの同じ戦いであり、製鉄炉の進歩が人工鉄を安定して作り、かつ鉄の生産量増加をもたらした。

1.　塊錬鉄法　直接製鉄法

1100℃カラ1200℃程度の比較的低温で安定した温度を維持すると、鉄鉱石の岩石部が溶融除去され、個体還元された海綿鉄状の小さな鉄の塊が炉の底部に形成されるので、これを取り出し、鍛錬して、不純物を叩きだし、小さな鋼塊が作られる。
温度が比較的低いため、浸炭はさほど進まず、作られた鉄塊は軟鉄や強靭な鋼が作り出せる。
また、ワンプロセスで直接強靭な鋼を作り出せることから、直接製鉄法と言われる。

2.　高温溶融法　間接製鉄法

高温で操業し、還元された鉄は浸炭して、融点の低い炭素量の多い銑鉄となって溶融し、炉底に貯まる。（スラグも銑鉄も溶融するが、混じり合わず、二層になって上部にスラグ　下部に銑鉄）
出銑口を開けて、炉底に溜まった溶融銑鉄を炉から取り出し、銑鉄素材として固めたり、高炉では溶融銑鉄をそのまま、次の脱炭工程（製鋼）に持ってゆく。
その後、再溶融や再加熱脱炭の二次処理をして、炭素を減じ、強靭な鋼や軟鉄などにする。
このように、高温溶融法では　二次処理が必要なため、間接製鉄法と呼ばれる。
後年　中国などで送風技術の進歩により、高温安定保持が可能となり、大規模製鉄炉による大量生産が始まり、そのご製鉄技術の主力は塊錬鉄法からこの溶融法の製鉄技術に変わってゆく。
現代の高炉操業も基本はこの流れの中にある。
一方　たたら製鉄は塊錬鉄法で誕生して改良が重ねられ、江戸期には高温溶融法との両面を併せ持つが、玉鋼など鋼を産する製鉄炉はたたら製鉄誕生以来　連綿と現代まで、塊錬鉄法で操業されている。

◎　製鉄炉・高炉の風量制御が左右する製鉄操業

　フイゴの発明と進化が大量生産を可能にし、大きく時代を変えてゆく。

高炉・製鉄炉を安定して高温を得る方法は燃料の質　火力と風量である。火力を上げるのに炭から石が使われるのはずっと後で、特に日本では洋式高炉の時代になってからである。

また、大型炉で 安定した高温度域を広げようとすれば、それだけ風量を大きく風の供給量をあげねばならぬ。従ってフイゴが発明されるまでの自然送風の時代には　厳しい風が吹く時期に　しかも谷や尾根筋を吹きぬける風を利用することが重要で、また、大量の炭の原料　薪の確保もあって、おのずから、山際や山の尾根・谷筋での操業が立地となっていた。

フイゴの発明と大量送風システムが確立されると大型炉が作られ、生産量が一変する。

一方　鉄鉱石資源の少ない日本では鉄原料として微細粒の砂鉄に頼らねばならず、

大量の風量・風速増加は砂鉄原料を巻き上げてしまうことになり、安定操業が行えなかった。

日本で長方形状の箱型炉によるたたら製鉄が後世までずっと維持された所以がここにある。

製鉄の副原料　炭の使用量は周辺の山を丸裸にするすごい量を必要とする。炭が得られなくなると場所を移らねばならないのである。

製鉄原料の鉄鉱石とともに強い風が吹く立地　そして炭が豊富に得られる立地が製鉄操業立地に不可欠だった。　西アジアで生まれた人工鉄がユーラシア大陸を東遷して道筋は　これらの条件が満たされねばならず、砂漠地帯をオアシスを縫って続くシルクロードの北側、草原の道と呼ばれるコーカサス山脈の山際を縫う。　これが鉄の道「アイアンロード」である。

通商路・交易路の立地とは　おのずから異なるのである。

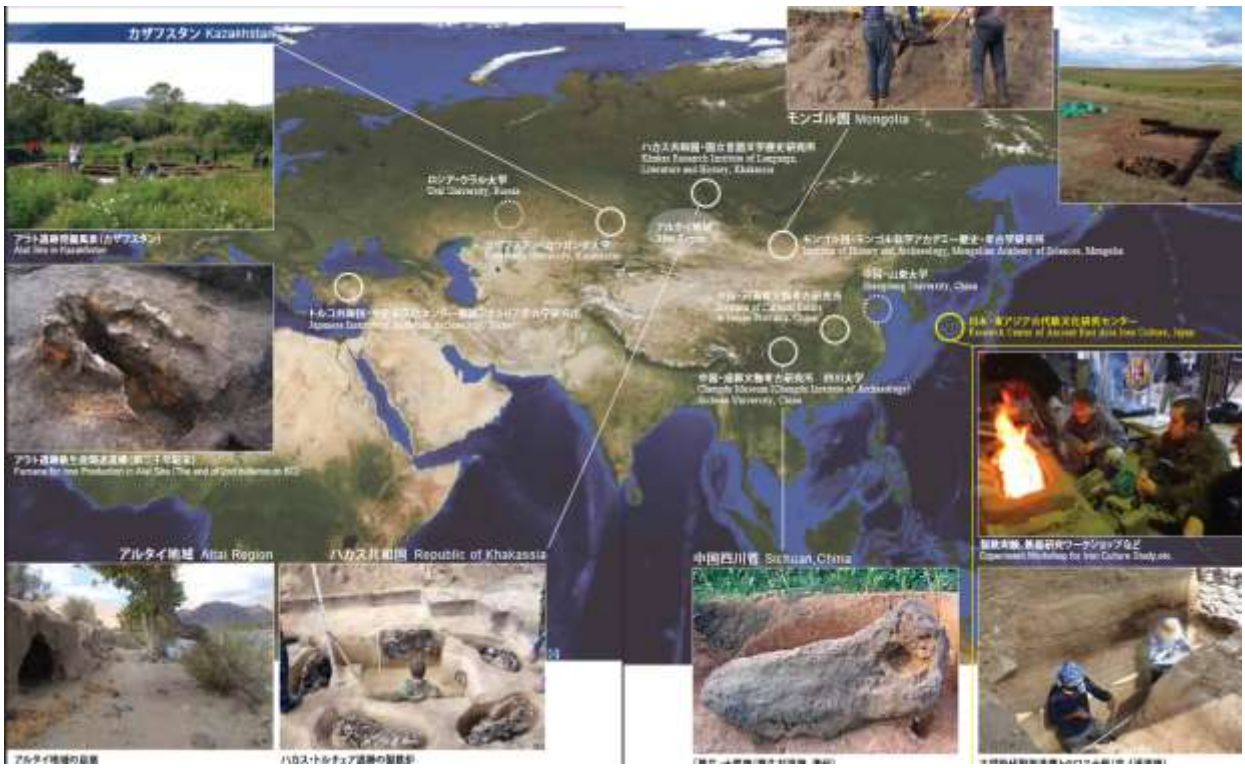
◎　質の異なる鉄を吹き分ける　　ヒッタイトが人工鉄を作り出した時代とユーラシア大陸東遷

人工鉄が生まれたヒッタイトの時代にはまだ、安定した高温度を長時間維持することができず、小野津から、塊錬鉄法による製鉄技術で、人工鉄の製造が始まった。見つかる鋼塊も鉄スラグも小さなものであった。

ヒッタイト時代の製鉄炉そのものについて見たことはないが、粘土板に記述された記録や出土している鉄滓や鋼塊・焼土面そして次の時代に周辺から出土した製鉄炉などから塊錬鉄法と見られる。

それが、その後も踏襲されつつ　技術が更に磨かれ、ユーラシア大陸を西から東へ東遷する。

各地で出土する製鉄遺跡並びに製鉄炉遺構と出土する鉄滓や製鉄関連遺物物を照らし合わせることで、製鉄技術伝播の様相が見え、ユーラシア大陸を東遷するアイアンロードが見えてくる。



◎　中国へ伝播した製鉄技術　漢代に溶融銑鉄を強靭な鋼に変える.沙鋼法の発明

漢の時代　中国は大型羽口・フイゴによる高温溶融法で大量量産する技術を確立し、広く鉄器文化が花開いていった。しかし　大量の鉄製武器を持ちながらも、脆い鉄製。匈奴の強靭な鋼製の武器にことごとく打ち破られてきた。しかし、その後漢は脆い鋳物銑鉄を強靭な鋼に変える沙鋼法を編み出し、対抗することができるようになる。脆い鋳銑鉄を強靭な鋼を作る二次精錬の誕生沙鋼法の発明である。

高温にした簡単な沙鋼炉に銑鉄素材を置き、大量の酸素を吹き込むことにより、

鋳鉄素材を脱炭して強靭化する。　間接法の源流である。

この間接法は中国全体に広がり、朝鮮半島へと広がってゆく。

中国は強靭な鋼製の大型武器・大型農工具の開発でその後、ますます国土を豊かにし、巨大化する。

そして、この中国の製鉄技術が周辺に伝播し、朝鮮半島にも到達し、東アジアの主力の製鉄技術となる。

◎　ユーラシア大陸を東遷したアイアンロードと日本のたたら製鉄との関係

日本でたたら製鉄が誕生した５世紀後半　朝鮮半島・中国など大陸周辺諸国は大型炉高温操業による溶融法が主力で、塊錬鉄法はほとんどどこにも残っていない。

わずかに４世紀　朝鮮半島の石帳里遺跡などに補助的製鉄法として残っているのみであった。

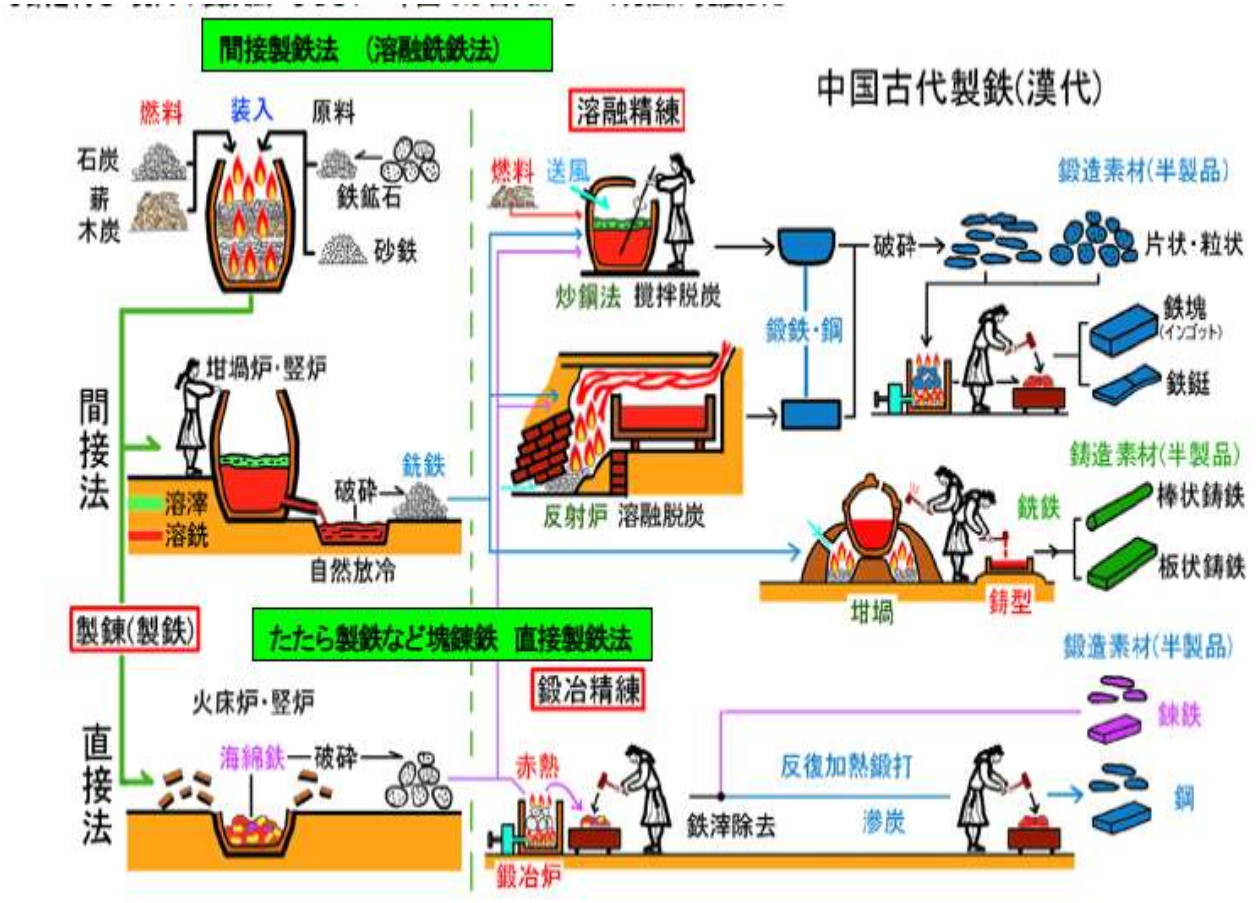
この僅かな痕跡が日本に伝播したのか？ もしくはユーラシア大陸の北の草原地帯を東遷する「アイアンロード」が中国を迂回して、ほそぼそと北側から日本へ渡ったのか？

現状まだはっきりした道はわからない。北朝鮮の最近の情報が皆目ないのでよくわからないのである。

何れにせよ「アイアンロード」をたどってきた塊錬鉄法が日本に伝播し、製鉄原料として砂鉄原料に出会い、日本の製鉄法の主力製鉄法として育っていった。

微粒の砂鉄原料では大型風力では原料が巻き上げられ、反応帯を維持できないことでの対応ともいえる。

日本独自の製鉄法と言われるゆえんである。



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

ご参考に　**【和鉄の道 たたら製鉄 概要 pdf file】**

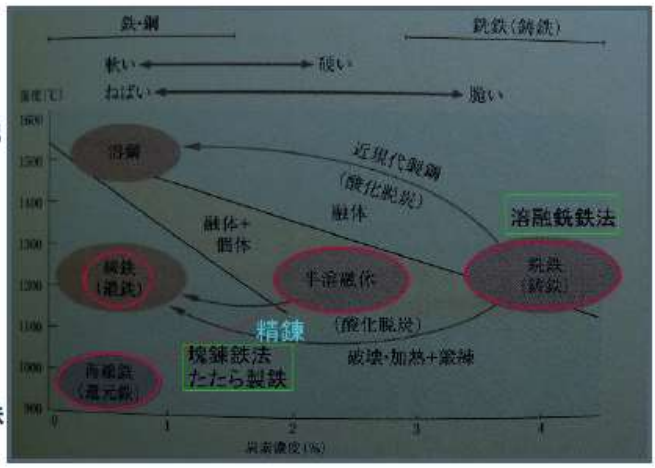
https://www.asahi-net.or.jp/~zp4m-nkns/index.htm より

2.　製鉄法概説　たたら製鉄　日本の独自製鉄法　抜粋
https://www.infokkkna.com/ironroad/tatara/tatara02.pdf

■　「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

- 錬鉄　　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
- 鉄　　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。

4. 製鉄炉の構造について

今回のNHK特集「アイアンロード」の市長で製鉄炉の技術が殆ど触れられておらず、製鉄技術がよくわからなかったとの感想が多々ありました。
すでに前記した如く塊錬鉄法で鉄を作る場合　できた鉄塊は製鉄炉の底に溜まるので、操業が終わるごとに製鉄炉を壊して、できた鋼塊を取り出す。製鉄炉本体はばらばらに破壊されてしまう。
一方　溶融法の製鉄炉は溶銑が製鉄炉の底から外へ排出されるので、製鉄炉が完全破壊する必要がなく製鉄炉遺構が残っている。。
製鉄遺跡では　製鉄炉があった床面が焼土となつて変色して見え、その周辺に炉壁や羽口など製鉄炉の痕跡。鉄スラグや炭など副原料　細かく砕かれた鉄鉱石原料そして工具や一部鉄塊も散在。
また、焼土面を掘ることで製鉄炉の底部の痕跡が見えてくる。
これらをもとに製鉄炉　製鉄遺構を考えるとともに、最近は実験考古学と呼ばれる推定した製鉄炉を復元して、実際に操業して実証することも行われている。

5.　追加　書き残した重要なこと

資料読み返していて、鉄の特性で書き残した重要な事がある。
金属の中で　鉄のみが酸化して出来た鉄酸化物サビの融点が金属鉄より低い
よく街の鉄工所などでガスを使って鉄板を切断する様子。溶けたスラグ（酸化物）の火花を撒き散らしながら、鉄板の切断（溶断）ができる。
他の金属では酸化物の溶ける温度が地の金属よりも高いため、溶断ができないのである。

古代の製鉄法で゛空気を送り込みながら温度を上げてゆくと、
製鉄原料の表面の鉄部分が溶けて、この溶けたスラグ部分に原料の岩石部分や不純物が一緒になって排出される。
製鉄原料全体を高温で溶かさなくても不純物が流れ出し、排出され、金属部（鉄）のみが残る。。
従って、鉄が溶ける高温にまで温度が上がらなくても、製鉄原料を積み重ね、昇温しながら空気を送るとこの過程で製鉄原料の不純物がスラグと一緒に流れ去り、残った鉄部分が相互に集まってきて、鉄塊ができる。
古代製鉄で高温を保持出来ぬ時代に　鉄を取り出す、塊錬鉄法が生まれたゆえんである。
しかし　取り出した鉄塊は隙間や不純物だらけ、なので、それを繰り返し鍛錬して、
不純物を外に叩き出す塊錬鉄製鉄法の誕生です。

この「**鉄のみが酸化して出来た鉄酸化物サビの融点が金属鉄より低い**」という性質は色いろな所で顔を出す重要な性質。
この製鉄を最大限利用したのが、塊錬鉄製鉄法・日本の古代たたら製鉄法です。

◎【塊錬鉄製鉄法の製鉄炉概略】

古代通風炉による古代製鉄法復元実験について　1978「鉄と鋼」NO.3 p497 より
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tetsutohagane1955/64/3/64_3_497/_pdf
製鉄炉の構造概略の図に　自然通風実験炉で寸法が入っている図を見つけましたので、それを使わせていただきました。この図では各部位概略を次ページに示します。。

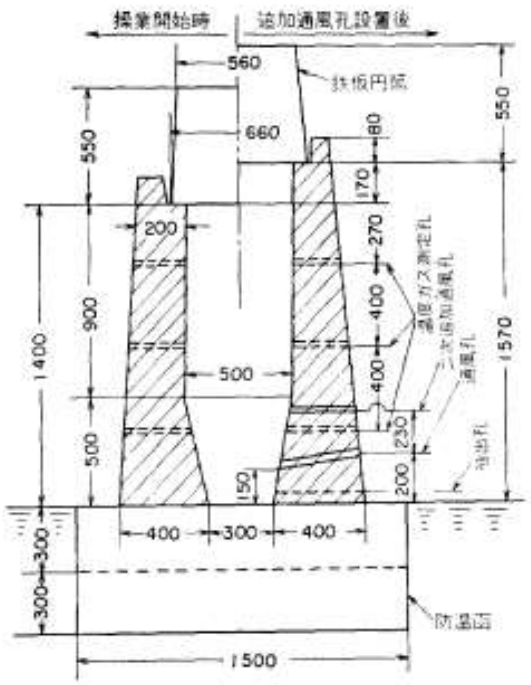


図 1　自然通風実験（第 4 次）炉体図
（寸法 mm）

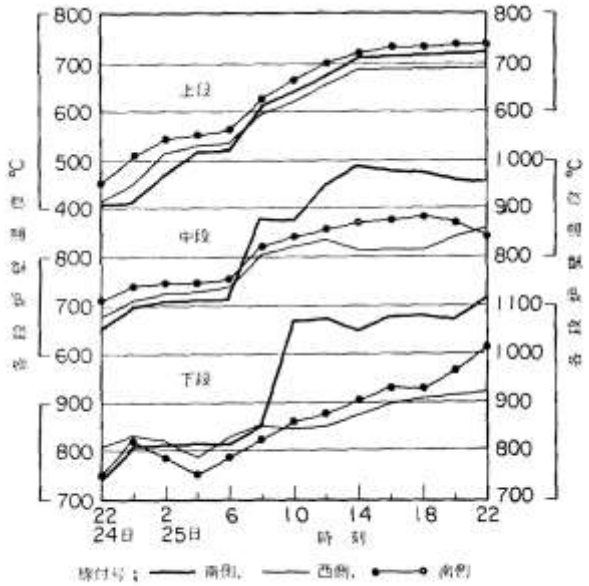
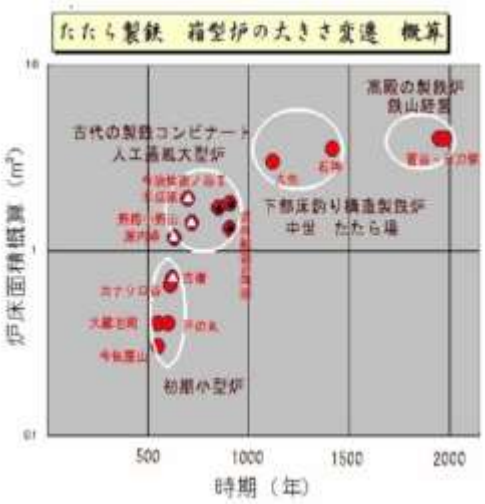


図 2　時間経過と炉壁温度変化

炉床面はほぼ直径 300mm　炉の高さ　約 1400mm　通風孔は径 60㎜,円筒羽口を使用せず直接炉壁に開孔し,常用として1個を北側に予備用をその反対の南側におく.
炉底地下に,防湿のため,木炭小塊層(下部)と木炭灰,焼粘土の混合層(上部)をつめた鉄箱を埋設
炉壁温度計測から　1000℃以上になっている反応帯が約 400mm 程度確保されているようだ。
この反応帯が極めて重要で　この過程を通過される間に原料鉱石に細かく分布している酸化鉄が順次還元され、鉄になって、更に下へ落ちてゆき、炉の底に大きな鉄塊となる。

◎　和鉄の道【7】口絵　2007　by Mutsu Nakanishi　より

◎ たたら炉の 製作過程　古代のたたら炉の製作過程
◎ 古代製鉄炉の変遷　　たたら炉の大きさと構造の変遷
https://www.infokkkna.com/ironroad/dock/iron/7iron00.pdf



◎　ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道「アイアンロード」で見つかった製鉄炉

鉄の起源・鉄の伝播探求　　Review 2015　　2016.1.7..

ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道　Metal Road

愛媛大古代鉄研究所「鉄の起源・伝播　ユーラシア大陸各国研究連携ロジェクト」報告会聴講記録まとめ　2015

https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad201500.htm

https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad2015photo.pdf

愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター　第8回国際学術シンポジウム　2015.12.5.　大阪
「古代世界の鉄生産ー中近東から東アジアまでー 」

ユーラシア大陸における鉄の発展史　ユーラシア大陸の西から東へ　「鉄」東遷の道

BC3 世紀～AD1 世紀　モンゴルの遊牧の民「匈奴」が製鉄技術を持っていた

第 6 回国際シンポジュウム「鉄と匈奴　遊牧国家像のパラダイムシフト」概要抜粋

≪匈奴の製鉄炉跡　ホスティング・ボラグ遺跡の発掘≫　愛媛大 笹田朋孝氏ほか講演より

https://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/iron9/1311kyoudo00.htm

◎参考　西から東へ　鉄の起源・鉄のユーラシア大陸東遷の道

《聴講を中心とした愛媛大学東アジア古代鉄文化センター国際シンポジューム関連掲載記事リスト》

Iron Road　・和鉄の道:記事掲載by Mutsu NMakanishi2019..3.25.

https://www.infokkkna.com/ironroad/2019htm/iron15/1904tetsunokigenehime.pdf

---

わたしの恩師　田村今男先生は　鉄鋼は柔軟にして しかも時に応じてその態をかえる

カチンカチンノパリンパリンから　ニュニュ~と

それが なんともいえん　ええとこや!!　と

ちょっとくどくなりました。　お許し下さい。

仲間のNHK特集「アイアンロード」メールに返事として

2020.1.15.　　by Mutsu Nakanishi

Iron Road ・和鉄の道: 記事掲載　by Mutsu NMakanishi　　2019..3. 25.

《 聴講を中心とした愛媛大学東アジア古代鉄文化センター国際シンポジューム関連掲載記事リスト 》

「人工鉄・製鉄技術の起源 & 西ユーラシア大陸を結ぶ《Metal Road & Iron Road》を探る」

https://www.infokkkna.com/ironroad/2019htm/2019iron/19iron04.pdf

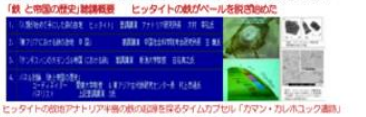
愛媛大学　東アジア古代鉄文化センターのシンポジューム聴講を中心に

人工鉄・製鉄技術の起源を探る関連掲載記事リスト　2019.3 月

和鉄の道・Iron　by Mutsu Nakanishi

1. 愛媛大学　東アジア古代鉄文化センター国際シンポジューム　2007.10.27
「鉄の起源を求めて」資料　「中国西南地域から古代東アジアの歴史 たたらの源流を考える」
ヒッタイト・ツタンカーメンの鉄そして四川をつなぐ西南シルクロードがたたらの源流???
「中国西南地域の鉄から古代東アジアの歴史を探る　鉄の起源を求めて」に参加して
http://www.infokkkna.com/ironroad/clock/Iron/8iron02.pdf
http://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0802road.htm

2. 愛媛大学東アジア古代鉄文化センター　国際シンポジューム　2008.12.15.
「鉄」が巨大 帝国を作り上げ、大きな社会変革を成し遂げ た」そんな「鉄・鉄技術」とは何か?
「鉄 と 帝国の歴史」聴講概要　ヒッタイトの鉄がベールを脱ぎ始めた



ヒッタイトの鉄出アナトリア半島の鉄の起源を探るタイムカプセル「カマン・カルホユック遺跡」
10000 年もの人の鉄跡が発掘と補 償して直ぎとして残っている。
このタイムカプセルの鉄製を一つ一つ 丹念にほぐし、すでに人工鉄の起源は BC20 世紀以前に遡れ、
鉄の起源に迫ってゆける 聞いた。
http://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0812ehime00.htm
http://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/2008iron/8iron12.pdf

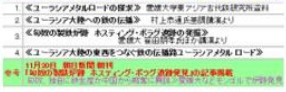
3. 愛媛大学東アジア古代鉄文化センター　国際シンポジューム　2009.11.28.
たたら製鉄の歴史と技術　聴講概要
http://www.infokkkna.com/ironroad/2009htm/2009iron/9iron14.pdf

4. 参考資料「ヒッタイトの鉄の謎に挑む」　2010.8.7. 朝日新聞紙面に掲載された記事
大村幸弘氏など日本人研究者によって 発掘現場が進む「ヒッタイトの鉄」の謎 ヒッタイトの鉄が ヒッタイト帝国以降消滅のどこまできたのか追う謎 興味深々。
http://www.infokkkna.com/ironroad/2010htm/2010iron/10iron09.pdf

5.【インターネットサーフィン】
アイルム村の謎　古代スーダンの製鉄遺跡　世界遺産　鉄の起メロエ遺跡　2012.1.5.
紀元前 6 世紀から紀元後 4 世紀　アイルム村は世界に類例した黒人の王国メロエ・クシュ王国の中心都市
エベロス王朝のピラミッド鉄の周辺には大量の鉄滓が山積 それどころにあり、アッシリアから導入した
製鉄技術が高度に発達し、鉄の王都だらけめた。
http://www.infokkkna.com/ironroad/2012htm/2012iron/12iron01.pdf

6. 愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター アジア歴史講演会　2013.1.26
新井宏氏　講演「考古学における新年代観の問題」聴講記録
「考古学における新年代観の問題」資料聞記録による C14 年代測定の問題点
http://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/2013iron/13iron03.pdf

7. 愛媛大学東アジア古代鉄研究所　第6回国際シンポジューム　2013.11.9.
「鉄と 聖殿　遊牧国家像のパラダイムシフト」聴講記録
東西ユーラシア大陸を結ぶ金属器・鉄器文化の道 《Metal Road & Iron Road》探求
BC3 世紀～AD1 世紀　モンゴルの遊牧の民「匈奴」が独自の製鉄技術を持っていた
http://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/iron9/1311kyuudo00.htm
http://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/2013iron/13iron13.pdf



8. 「鉄の始まりこれ」 会場にも「水」と「油」がある「銅」と「鉄」の二相分離　2014.8.1.
「トルコカマンホユック遺跡から出土した世界最古の鉄滓・小鉄塊にヒタイト以前の
青銅器時代には生産銅鉱石の鉱滓から抽出したものでないか?」との説を聞いて
http://www.infokkkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf

9. 愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センターアジア歴史講演会　2015.2.14
青銅器時代の西アジア 鉄の起源と展開「金属器時代の黎明 -冶鍛と技術- 」
「鉄の起源の探究」成果報告　聴講まとめ
http://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1503tetsunokigen00.htm
http://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/2015iron/15iron04.pdf

10.「鉄」と「銅製鏡」&「錬鉄鋳ぐす」の出会いから 鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える
2015.3 月　大阪の MX 学区ホール大阪「西南方ろうた遺跡から出土した製鉄炉」についての講演
現在考古学の世界の「鉄」時代区分 「青銅器時代から鉄器時代へ」
「イラク鉄器を第三の製鉄時代として「鉄資材を作った製鉄炉」たたら製鉄の起源に迫るもの?」
http://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1504feroots00.htm
http://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/2015iron/15iron06.pdf

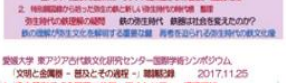
11. 愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター国際学術シンポジウム　大阪　2015. 12. 6.
「古代世界の鉄生産　中近東から東アジアまで」聴講記録

http://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/2015iron/15iron18.pdf

12.【スライド動画】 鉄の起源・鉄の伝播探求 Review 2015　2016.1.7.
《ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road》

http://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad201500.htm
http://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad2015web.pdf

13.　大阪歴史文化博物館 2016 年春 特別展　第 1 回考古学セミナー　2016.4.30.
「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」村上鉄器研究講義聴講メモ
愛媛大村上鉄器研究講義スライド集録作成 & 図録整理
http://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/2016iron/16iron06.pdf



14.　愛媛大学　東アジア古代鉄文化研究センター国際学術シンポジウム
「文明と金属器 - 普及とその過程 -」聴講記録　2017.11.25
1. 青銅器時代 「金属器の放散　アナトリア」　講義要旨
2. 山崎正敏氏「レヴァントにおける金属器の導入とその背景」講義要旨
3. 河江肖剛氏「ギザのピラミッドの銅と鉄」　講義要旨
http://www.infokkkna.com/ironroad/2017htm/2017iron/17iron10.pdf

15.　2019.3.25. 朝日新聞 1 面トップニュース & 朝日新聞 Digital　掲載記事
製鉄起源 新たな説　鉄の歴史に一石
ヒッタイト起源に異説か　通説「ヒッタイトの地」から最古の鉄遺物
http://www.infokkkna.com/ironroad/2019htm/2019iron/19iron03.pdf

カマン・カルホユック遺跡で見つかった世界最古級の製鉄関連の遺物。
鉄鉄を多く含む鉄の鉱石を火で大規模な焼土層の底とから出土した

⚙　《たたら製鉄模型》 ～ 製鉄炉　和鉄の道を訪ねて ～ 」 2011.3.
http://www.infokkkna.com/ironroad/2010htm/2010iron/10iron01.pdf

⚙　人工鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史　2015.12.6.
愛媛大学古代鉄研究センター研究成果 聞書まとめ
ユーラシア大陸の東から西へ 「鉄」東漸の道 ユーラシア大陸の Iron Road
http://www.infokkkna.com/ironroad/tatara/Asian%20Metal%20Road.pdf

⚙【スライド動画】 鉄の起源・鉄の伝播探求 Review 2015　2016.1.7.
《ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road》

http://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad201500.htm
http://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad2015web.pdf

たたら製鉄や日本の鉄の歴史など古代鉄研究のナショナルセンターとして、この 10 年様々な成果を上げてきた愛媛大学東アジア古代鉄研究センターが、この 4 月から、さらなる飛躍を目指して「アジア古代産業考古学研究センター」へと組織変更された。「鉄」の起源が隣えるのは当然ですが、弥生時代が鉄のナショナルセンターとして、この 10 年培ってこられたユーラシア大陸諸国との連携・交流を一層深め、産業考古学・古代鉄の分析にこだわり、さらに飛躍されることを期待する。
また、今回作成した私の実験の道 + Iron Road に掲載して頂き「愛媛大学　東アジア古代鉄文化センターのシンポジューム聴講を中心に人工鉄・製鉄技術の起源を探る関連掲載記事リスト」は愛媛大学東アジア古代鉄研究センター 10 年の成果そのものの記録、聴講させていただき、また記録の道 + Iron Road に掲載させていただいたことに深く感謝します。　2019.3.25.　Mutsu Nakanishi

愛媛大学　東アジア古代鉄文化センターのシンポジューム聴講を中心に

人工鉄・製鉄技術の起源を探る関連掲載記事リスト　2019.3 月

和鉄の道・Iron　　by Mutsu Nakanishi

1.　愛媛大学　東アジア古代鉄文化センター国際シンポジューム　2007.10.27

「鉄の起源を求めて」資料　「中国西南地域から古代東アジアの歴史 たたらの源流を考える」

ヒッタイト・ツタンカーメンの鉄そして四川をつなぐ西南シルクロードがたたらの源流???

「中国西南地域の鉄から古代東アジアの歴史を探る　鉄の起源を求めて」に参加して

https://www.infokkkna.com/ironroad/dock/iron/8iron02.pdf

https://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0802road.htm

1. 朝日新聞が伝える「四川省成都高原の古代製鉄遺跡の日中共同発掘調査」の意義
2. 東アジアへの製鉄技術の伝播　年表調査　まとめ　日本のたたら製鉄のルーツを求めて
3. 愛媛大古代東アジア研究所・中国合同調査報告　四川省　成都平原で発掘された古代の製鉄遺跡

愛媛大学　東アジア古代鉄文化センターシンポジューム　参加　聴取概要　2007. 10. 27.

— 中国西南地域の鉄から古代東アジアの歴史を探る —

3. 1.　四川盆地　成都平原の製鉄遺跡　　共同発掘調査の視点

3. 2.　中国四川省　成都平原で発掘された古代の製鉄遺跡　　合同調査隊報告まとめ

4. 和鉄の道　　たたら製鉄の源流を考える

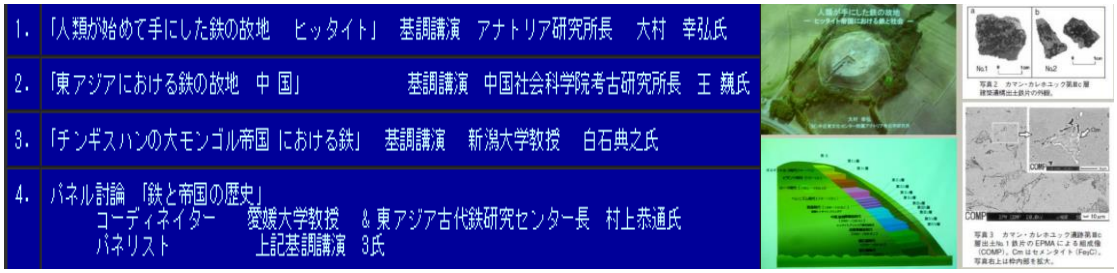
ヒッタイト・ツタンカーメンの鉄　そして四川をつなぐ西南シルクロードがたたらの源流　???

愛媛大学で「中国西南地域の鉄から古代東アジアの歴史を探る」シンポに参加して

2.　愛媛大学東アジア古代鉄文化センター　国際シンポジュウム　2008.12.15.

「鉄」が巨大 帝国を作り上げ、大きな社会変革を成し遂げ た」そんな「鉄・鉄技術」とは何か?

「鉄 と帝国の歴史」聴講概要　　ヒッタイトの鉄がベールを脱ぎ始めた



ヒッタイトの故地アナトリア半島の鉄の起源を探るタイムカプセル「カマン・カレホユック遺跡」

10000 年もの人の痕跡が整然と積 層して遺丘として残っている。

このタイムカプセルの地層を一つ一つ 丹念にはがし、すでに人工鉄の起源は BC20 世紀以前に遡れ、鉄の起源に迫ってゆけると聞いた。

https://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0812ehime00.htm

https://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/2008iron/8iron12.pdf

3.　愛媛大学東アジア古代鉄文化センター　国際シンポジュウム　2009.11.28.

たたら製鉄の歴史と技術　聴講概要

https://www.infokkkna.com/ironroad/2009htm/2009iron/9iron14.pdf

東アジアの製鉄技術史からの視点	〔愛媛大学 東アジア古代鉄研究センタ長　村上教授〕
たたら製鉄技術の独自展開の視点	〔古代吉備文化センター　上栫　武　氏〕
具体的なたたら製鉄操業の視点	〔「日刀保たたら」村下　木原　明　氏〕
たたら製鉄炉の冶金的反応の視点	〔東京工大　名誉教授　永田　和宏氏〕

4. 参考資料「ヒッタイトの鉄の謎に挑む」　2010.8.7 .朝日新聞朝刊に掲載された記事

大村幸弘氏など日本人研究者によって 発掘調査が進む「ヒッタイトの鉄」の現地ルポの記事

ヒッタイトの鉄が　ヒッタイト帝国出現以前のどこまでさかのぼれるか　興味津々。

https://www.infokkkna.com/ironroad/2010htm/2010iron/10iron09.pdf

5.【インターネットサーフィン】

ナイル川中流域　古代スーダンの製鉄遺跡　世界遺産　鉄の都メロエ遺跡　2012.1.5.

紀元前６世紀から紀元後４世紀　ナイル川中流域に繁栄した黒人の王国メロエ=クシュ王国の中心都市エメロの王都やピラミッド群の周辺には大量の鉄滓の山がいたるところにあり、アッシリアから導入した製鉄技術が高度に発達し、鉄の王都といわれた。

https://www.infokkkna.com/ironroad/2012htm/2012iron/12iron01.pdf

メロエは、紀元前 6 世紀から紀元後 4 世紀にかけてナイル川中流域、現在のスーダンの首都・ハルツームの北東に繁栄した黒人による文明、またはその中心となった都市。
紀元前 568 年ごろにクシュ王国がメロエに遷都して以降を「メロエ王国」と呼ぶ。
鉱物資源や農産物に恵まれ、アビシニア（エチオピア）からインド洋へ通じる交易路の結節点として栄えた、アッシリアから導入した製鉄技術が高度に発達し、鉄の王都といわれ、このメロエからアフリカ大陸全土に製鉄技術が広まった。また、かつてエジプトをも支配した大王国を形成したことで、エジプト文化とも融合し、底辺が小さく傾斜角度がきつい特徴を有する数多くのピラミッド群を残し、世界遺産に登録されている。 また、エメロの王都やピラミッド群の周辺には大量の鉄滓の山がいたるところにあり、鉄に換算すると5000トンを超えるといわれ、エメロ王国では年間5トンを超える製鉄が行われていたという。
インターネット　「ウィキペディア」等より整理

6.　愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センターアジア歴史講演会　2013.1.26

新井宏氏　講演「考古学における新年代論の諸問題」聴講整録

「考古学における新年代論の諸問題」資料図抜粋によるC14 年代計測法の現状整理　.

https://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/2013iron/13iron03.pdf

1.	C14 AMS年代計測法のベースになる空気中のC14の量
2.	年代校正曲線（換算線）の必要性と校正曲線の高精度化
3.	C14校正曲線が含む年代計測のばらつき問題 2400炭素年代問題や1700炭素年代頃の深い落ち込み特異点
4.	計測検体の汚染等によるばらつき問題
参考1	「世界一精密」年代目盛り＝福井・水月湖、堆積物5万年分?日欧チーム
参考2	朝日新聞掲載記事 「どうする? どうにる? 歴史のズレ」

7. 愛媛大学東アジア古代鉄研究所　第6回国際シンポジュウム　2013.11.9.

「鉄と匈奴　遊牧国家像のパラダイムシフト」聴講記録

東西ユーラシア大陸を結ぶ金属器・鉄器文化の道《Metal Road & Iron Road》探求

BC3 世紀～AD1 世紀　モンゴルの遊牧の民「匈奴」が独自の製鉄技術を持っていた

https://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/iron9/1311kyoudo00.htm

https://www.infokkkna.com/ironroad/2013htm/2013iron/13iron13.pdf

1.	≪ユーラシアメタルロードの探求≫　愛媛大学東アジア古代鉄研究所資料
2.	≪ユーラシア大陸への鉄の伝播≫　村上恭通氏基調講演より
3.	≪匈奴の製鉄炉跡　ホスティング・ボラグ遺跡の発掘≫ 愛媛大 笹田朋孝氏ほか講演より
4.	≪ユーラシア大陸の東西をつなぐ鉄の伝播路ユーラシアメタル ロード≫
参考	11月20日　朝日新聞 朝刊 「匈奴の製鉄炉跡　ホスティング・ボラグ遺跡発見」の記事掲載 匈奴、独自に鉄生産か中国から略奪に異説≫愛媛大などモンゴルで炉跡発見

8. 「鉄の話あれこれ」金属にも「水」と「油」がある「銅」と「鉄」の二相分離　2014.8.1.
「トルコカマンホュック遺跡から出土した世界最古の鉄滓・小鉄塊(ヒッタイト以前の青銅器時代)は含鉄銅鉱石の鉱滓から抽出したものでないか?」との説を聞いて
https://www.infokkkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf

9. 愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センターアジア歴史講演会　2015.2.14
青銅器時代の西アジア 鉄の起源と展開「金属器時代の黎明 -価値と技術- 」
「鉄の起源の探究」成果報告　聴講まとめ
https://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1503tetsunokigen00.htm
https://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/2015iron/15iron04.pdf

聴講要旨1	トルコ　アナトリア・西アジアの製鉄技術年史
聴講要旨2	地中海沿岸・西アジアでのヒッタイト滅亡より古い初期鉄器の出現
聴講要旨3	未解決の課題　西アジアの青銅器文化から鉄器文化への移行の引き金はなにか???
聴講要旨4	銅製錬の過程での鉄塊誕生について

10.「鉄」と「銅製錬」&「鋳銑鉄くず」の出会いから 鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える
2015,年３月　大阪九州大学宮本一夫氏「壱岐カラカミ遺跡から出土した製鉄炉」についての講演
魏志倭人伝の時代の他に類例のない特徴を持つ壱岐カラカミ遺跡出土の地上炉
「くず銑鉄を第三の製鉄原料として鉄素材を作った製鉄炉?」たたら製鉄の起源にせまるのか?
https://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1504feroots00.htm
https://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/2015iron/15iron06.pdf

	「鉄」と「銅製錬」&「鋳銑鉄くず」の出会いから　鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える
1.	鉄の起源を探る　西アジアで出土した世界最古の小鉄塊は銅鉱石の製錬過程の副産物か?
2.	魏志倭人伝の時代　1~3世紀　壱岐からかみ遺跡と出土した地上炉まとめ
3.	銅と鉄の出会いとその面白い性質が人工鉄の起源を育んだのか?
4.	鉄と銅製錬の出会いから　鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える

11. 愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター国際学術シンポジウム　大阪　2015. 12 .6.
「古代世界の鉄生産　中近東から東アジアまで」聴講記録

シルクロードに先立つユーラシア大陸の中央草原に東西を結ぶ金属器・鉄器文化東伝の道 Metal Road ・Iron Road

愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター国際シンポジウム「古代世界の鉄生産ー中近東から東アジアまでー 」2015.12.6.

https://www.infokkkna.com/ironroad/2015htm/2015iron/15iron18.pdf

12. 【スライド動画】鉄の起源・鉄の伝播探求 Review 2015　2016. 1 .7.
≪ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road≫

https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad201500.htm
https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad2015web.pdf

13. 大阪弥生文化博物館 2016 年春 特別展　第 1 回考古学セミナー　2016.4.30.

「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」村上恭通教授講演聴講メモ

愛媛大村上恭通教授講演スライド集抜粋整理 ＆ 図録整理

https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/2016iron/16iron06.pdf

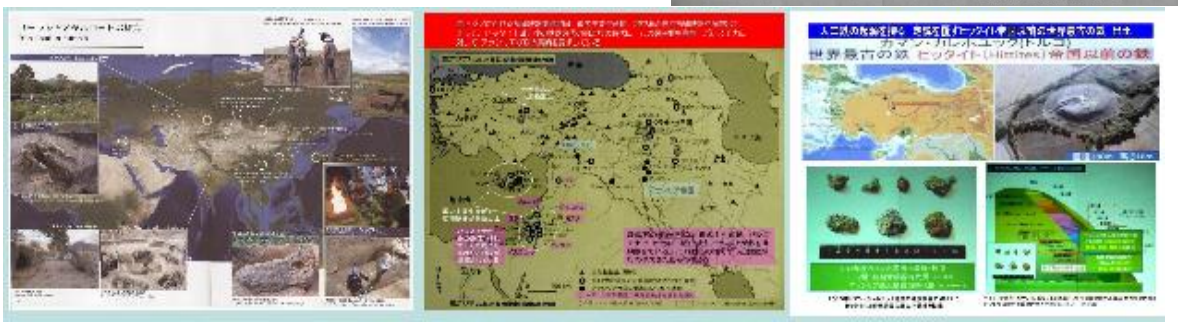
1.「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」愛媛大村上恭通教授講演聴講概要
西アジアで生まれた鉄のユーラシア大陸東進とその発展史　聴講まとめ
2. 特別展図録から拾った弥生の鉄と新しい弥生時代の時代感　整理
弥生時代の鉄理解の疑問　鉄の弥生時代　鉄器は社会を変えたのか?
鉄の理解が弥生文化を解明する重要な鍵　再考を迫られる弥生時代の鉄文化像

14. 愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター国際学術シンポジウム.

「文明と金属器 - 普及とその過程 -」聴講記録　2017.11.25

1. 津本英利氏「金属器の故郷　アナトリア」　講演要旨
2. 山藤正敏氏「レヴァントにおける金属器の導入とその背景」講演要旨
3. 河江肖剰氏「ギザのピラミッドの銅と鉄」　講演要旨

https://www.infokkkna.com/ironroad/2017htm/2017iron/17iron10.pdf

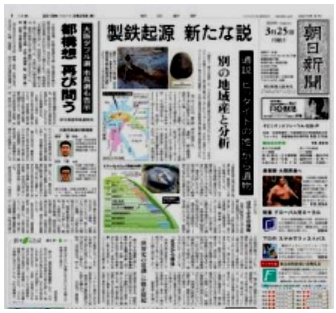


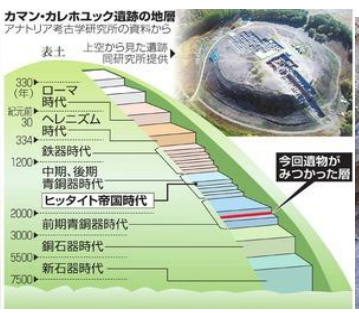
15. 2019.3.25. 朝日新聞 1 面トップニュース　＆ 朝日新聞 Digital　掲載記事

製鉄起源 新たな説　鉄の歴史に一石

ヒッタイト起源に異説か　通説「ヒッタイトの地」から最古の鉄遺物

https://www.infokkkna.com/ironroad/2019htm/2019iron/19iron03.pdf





カマン･カレホユック遺跡で見つかった世界最古級の製鉄関連の遺物。

酸化鉄を多く含む分銅形をした塊が大規模な焼土層の直上から出土した

****

◎　〔たたら製鉄概説〕　－ 風来坊　和鉄の道を訪ねて － 〕 2011.3..

https://www.infokkkna.com/ironroad/2010htm/2010iron/10iron01.pdf

【和鉄の道 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. 東アジア製鉄の歴史年表中国・朝鮮・日本

◎　人工鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史　　2015.12.6.

愛媛大学古代鉄研究センター研究成果 聴講まとめ

ユーラシア大陸の東から西へ　「鉄」東遷の道　ユーラシア大陸の Iron Road

https://www.infokkkna.com/ironroad/tatara/Asian%20Metal%20Road.pdf

シルクロードに先立つユーラシア大陸の中央草原に東西を結ぶ金属器・鉄器文化東伝の道　Metal Road ・Iron Road

◎【スライド動画】鉄の起源・鉄の伝播探求 Review 2015　2016. 1 .7.

≪ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road≫

https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad201500.htm

https://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad2015web.pdf

****

たたら製鉄や日本の鉄の歴史など古代鉄研究のナショナルセンターとして、この 10 年輝かしい成果を上げてきた愛媛大学東アジア古代鉄研究センターが、この４月から、さらなる発展を目指して「アジア古代産業考古学研究センター」へと継承改組される。　「鉄」の名前が舞えるのは残念ですが、引き続き古代鉄のナショナルセンターとして、この 10 年培ってこられたユーラシア大陸諸国との連携・交流を一層深め、産業考古学・古代鉄の分野にこだわらず、さらに活躍されることを期待する。

また、今回作成した私の和鉄の道・ton Road に掲載してきた「愛媛大学　東アジア古代鉄文化センターのシンポジューム聴講を中心に人工鉄・製鉄技術の起源を探る関連掲載記事リスト」は愛媛大学東アジア古代鉄研究センターの 10 年の成果そのものの記録。聴講させていただき、また和鉄の道・Iron Road に掲載をさせていただいたことに深く感謝します。　　2019.3.25.　Mutsu Nakanishi