

「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？



1. 「人類が初めて手にした鉄の故地 ヒッタイト」 基調講演 アナトリア研究所長 大村 幸弘氏
2. 「東アジアにおける鉄の故地 中国」 基調講演 中国社会科学院考古研究所長 王 巍氏
3. 「チンギスハンの大モンゴル帝国における鉄」 基調講演 新潟大学教授 白石典之氏
4. パネル討論「鉄と帝国の歴史」
コーディネイター 愛媛大学教授 & 東アジア古代鉄研究センター長 村上恭通氏
パネリスト 上記基調講演 3氏

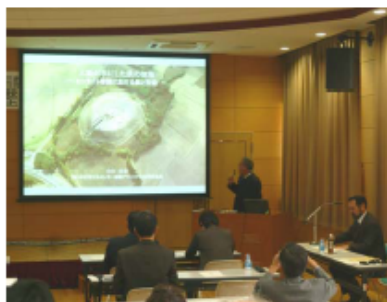
単に「鉄」を有していたからではなく、常に「鉄」の先端技術「良質の鉄『鋼』」の技術保有が周囲を圧して、大きな社会変革・帝国成立を成し遂げた

1. トルコ カマン・カレホック遺跡の発掘で人工鉄の起源は少なくともヒッタイト以前にまで遡れる。
ヒッタイトはそれ以前の鉄の生産技術を受け継ぎ発展(品質・生産させることにより、帝国を築いた。
その「鉄」が「良質の鉄・鋼」であることがわかってきた
そんな「鉄の起源」を探る1万年の歴史が整然と堆積して詰まるタイムカプセルが「カマン・カレホック遺跡」
2. 鉄の技術は当時の先端技術 時代のメルクマールであり、人類全身の指標
中国最古の人工鉄器は紀元前7世紀 西周後期 河南省西部の山門峡市の貴族の墓から出土の銅柄鉄剣(玉柄銅心)鉄は塊煉鉄
その後 それら先端技術を担った国々が戦国時代を経て 数々の鉄の品質・生産の先端技術を編み出しながら国を作ってきた。
秦の始皇帝に始まり、前漢・後漢の時代 鉄の産地に鉄官が置かれ、国の基幹となった。

編み出された鉄の品質・生産の先端技術

- 鑄鉄の表面脱炭法や鍛造・焼き入れなど塊煉鉄の硬化法による硬さの改善
- 鑄鉄脱炭による「鋼」の製造技術確立・油焼入れ法
- 大型炉による鑄鉄法による大量生産 百鍊鉄の反復鍛造 など

3. 鉄資源の無かった「モンゴル」が周囲の鉄山・鉄の工人を次々と得つつ、鉄資源と鉄器製造の先端技術を得て、
アウラギ宮殿遺跡の一角に大鉄器コンビナートの鉄器量産体制を作り上げ 大モンゴル帝国・世界支配を成し遂げた。



私にとって一番の驚きは ヒッタイトの製鉄の中心地「アリンナ」特定の謎解きの面白さと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・カレホック遺跡」の存在。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なんて・・・。
このタイムカプセルを一つ一つ丹念にはがし、すでに人工鉄の起源はBC20以前に遡れ、鉄の起源に迫ってゆけると聞いた。

「推論を立てて 惑わされなく自分の基軸で発掘の現物を直視する」と語られる発掘調査の面白さには 技術屋・工学や科学の大事にしてきた手法そのもので、本当に同感。

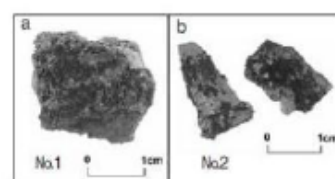
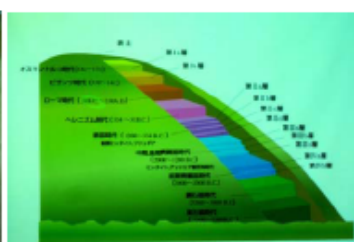
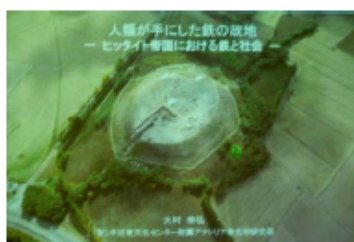


写真2 カマン・カレホック第IIIc層
建築遺構出土鉄片の外形。

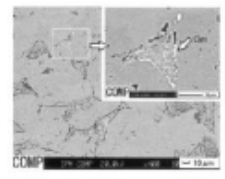


写真3 カマン・カレホック遺跡第IIIc層出土Na1鉄片のEPMAによる組成像(EDS)。Cmはセマンタイト(FeyCl)。写真上は鉄の内部を拡大。

トルコ・アナトリア半島 カマン・カレホック遺跡

BC19世紀の層から出土したヒッタイトの「鋼」



チンギスハンのモンゴル高原の鉄山攻略過程



チンギスハン アウラガ宮殿遺跡の鍛冶工房から出土した鉄



ユーラシア大陸の東西端で見つかった「金」よりも貴重な「鉄」これが中国伝来の鉄のルーツ

中国最古の鉄塊煉鉄

世界を動かした古代鉄の先端技術として「良質の鉄・鋼」そして そんな先端技術として「焼入れの熱処理技術」が議論されたのにもびっくりでした。鉄というと製鉄技術や精錬技術にすぐ眼が行ってしまいがちですが、百鍊鉄の鍛造技術や鑄鉄脱炭技術などと共に「良質の鉄」を作り出す技術の一つとして、紀元前に「鋼」の焼き入れ技術が発明され、「水焼入れ」「塩水焼入れ」「油焼入れ」がすでに行われていたことにも驚きました。

「鉄鋼は剛柔なり。時に応じて その態を変える」と教えられてきましたが、もう紀元前にこれらの技術を探り、それらが「良質の鉄」を生み、社会変革を成し遂げてきたことしかも、それが今につながっていることに感激です。

また、愛媛大学 東アジア古代鉄研究所は この12月から中国社会科学院と共同で秦の始皇帝が手に入れた四川省の製鉄故地の調査が始まると聞きました。本当に次のシンポジウムが楽しみです。

今回のシンポジウム「鉄と国家の歴史」のまとめを基調講演された3氏の公演要旨抜粋とともに次の項にまとめましたので、ご参照ください。

まだまだ 知りたいことも沢山残っています。

この人工鉄の生産(製鉄)は「どんな設備・仕掛けで どんな風に」おこなわれたのか??? この謎はまだ解けていない。次は 日本の事例も含めて 討論することによって もっと技術の先端性が解明されるだろう。

また、日本や世界に伝えられている多くの製鉄伝承に、今回の討論でもスポットが当てられましたが、さらに数々の伝承にも光が当たり、その解釈や遺跡発掘を通じて、更なる鉄の技術解明が進むことを期待したい。

日本で箱型炉・縦型炉の製鉄炉が確立し、製鉄が始まる5世紀半ばから6世紀。でも たたら製鉄と呼ばれるこの製鉄技術は本当に突然 他に類型も無く日本で始まる。このたたら製鉄が日本で始まる前夜には 日本各地に精錬鍛冶と呼ばれる鉄素材を精製する鍛冶技術が展開され、大量の鉄滓が随伴する。でもこの精錬鍛冶技術とたたら製鉄技術とは別というのが日本の通説。精錬鍛冶は製鉄技術に結びつかないと言う。

日本各地には 植物の根にたまった褐鉄鉱などの「高師小僧・尾飾」伝承などのブレたたらの時代の製鉄関連伝承や大陸・朝鮮半島からの鉄技術移転と渡来人伝承が本当に数多く残っている。日本の製鉄開始はあまりにも 大型で精密な操炉管理が必要なたたら製鉄炉の技術に偏しているのではないかと・・・精錬鍛冶の地炉での精錬の一部は精製というより、製鉄ではないか??? そんな思いが私の中で いつも もやもやしている。根拠は無いのですが、

多数の製鉄伝承の存在

種鉄を地炉に入れてそれを太らず沸かし付け

簡単な小規模実験炉を鉢で作って、薪炭と炭を入れて加熱反応させて「塊煉鉄」を作っていた釜石の実験

そんなイメージを膨らませて 種鉄に鉄素材や鉄鉱石を加えて高温反応を形成できれば、小規模な鉄塊が作れるのではないかと。世界の製鉄技術から 何かヒントがえられ、日本のたたら製鉄のルーツが解明されるのではないかと今も期待しています。

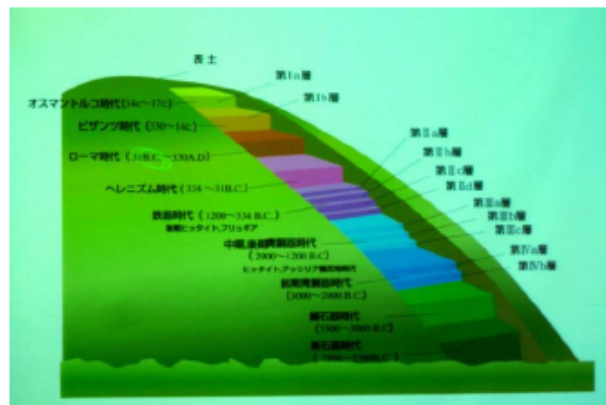
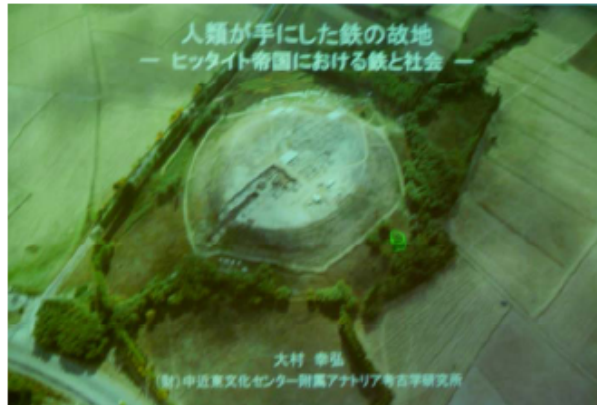
参考資料

1. 国際シンポジウム資料 「鉄と帝国の歴史」
愛媛大学 東アジア古代鉄研究センター
2. カマン・カレホユック 遺跡の概要 <http://www.jiaa-kaman.org/excavation.html>
中近東文化センター アナトリア考古学研究所 HP より
3. 岩手県立博物館 研究ノート NO.106 2005.9. より <http://www.pref.iwate.jp/~hp0910/tayori/106p2.pdf>
赤沼英男 研究ノート 最古の鋼片の検出とその意味 ―ヒッタイト帝国が鉄生産に果たした役割の再検討―
4. 和鉄の道 by Mutsu Nakanishi <http://mutsu-nakanishi3.web.infoseek.co.jp/2008iron/8iron02.pdf>
国際シンポジウム「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
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源流???
愛媛大学 東アジア古代鉄文化センター
5. 和鉄の道 by Mutsu Nakanishi <http://mutsu-nakanishi3.web.infoseek.co.jp/2008iron/8iron06.pdf>
歴史講演会 「モンゴル・アウラガ宮殿における鉄鉄器生産の様相」
愛媛大学 東アジア古代鉄文化センター

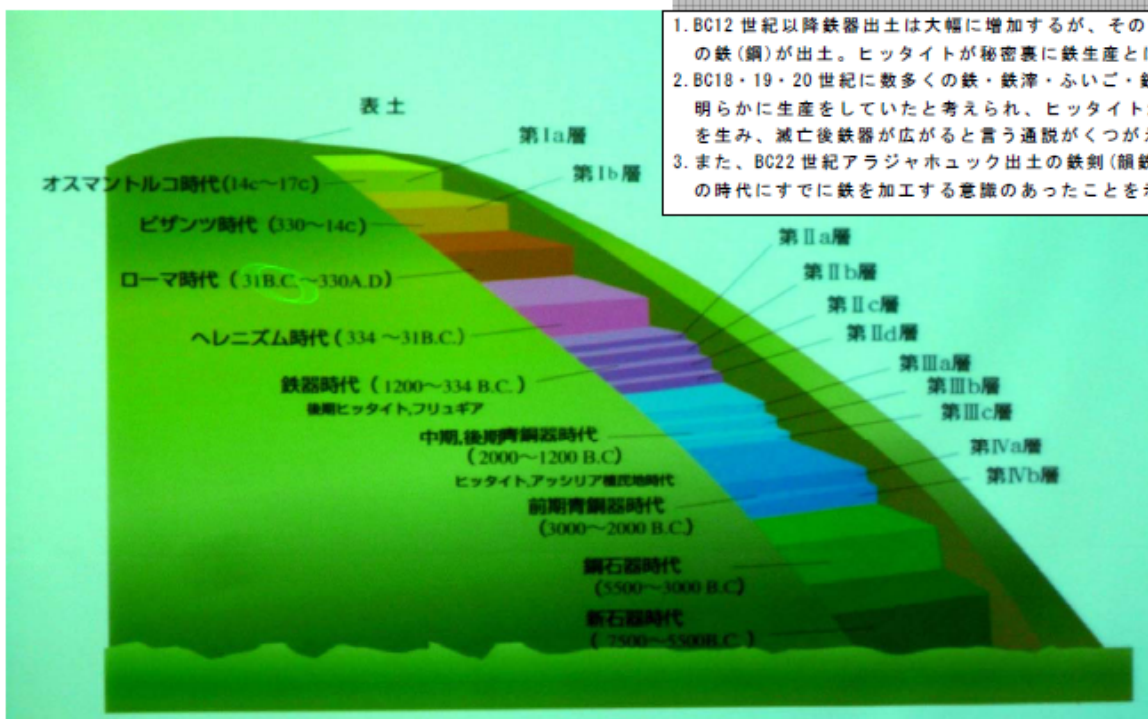
1. ヒッタイトの鉄

1.1. 鉄の起源を探る1万年の歴史が積層して埋もれているカマン・カレホユック遺跡

鉄器時代の幕開けは人工鉄の技術を持つヒッタイトが滅んだBC12世紀ごろと言うのが通説
ところが、最近中近東文化センターが発掘しているトルコ「カマン・カレホユック遺跡」の発掘で
鉄器発明の起源がヒッタイト以前のBC40世紀近くまで(少なくともBC20世紀以前)遡れること
しかも その「鉄」が「良質の鉄・鋼」であることがわかってきた
そんな「鉄の起源」を探る1万年の歴史が整然と堆積して詰まっているのが「カマン・カレホユック遺跡」
2008.11.29. 愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター 国際シンポジウム「鉄と帝国の歴史」
中近東文化センター付属アナトリア研究所長 大村幸弘氏 基調講演より



カマン・カレホユック遺跡はトルコの首都アンカラから南東に約100km南 クズルマック (赤い河) の内側に位置する泉と森に近接した丘で
東西方向にはイラン高原へ 南北方向にはヒッタイト帝国の首都ボアズキョイからタウルス山脈を越えてメソポタミア方面へと通じる街道が
延びる交通が交錯する地域にあり、ヒッタイト帝国との関連はもちろん、中央アナトリア全体の文化編年を解明するうえでの重要な遺跡。
この地が攻め滅ぼされ、支配者が代わる度に街を焼き払いその上に新しい街を築いてゆき、現在の縦断面は台形で高さ16m 丘上部直径280m
の円形の遺丘が形成されている。 財団法人中近東文化センターによる1986年から2008年まで20回を超える発掘調査で、4文化層(第1層オ
スマントルコ時代 第2層 鉄器時代 第3層 中・後期青銅器時代 第4層 前期青銅器時代)さらにはその下の銅石器時代の層まで発掘
が進んでいる。



1. BC12世紀以降鉄器出土は大幅に増加するが、その前の層からも多数の鉄(鋼)が出土。ヒッタイトが秘密裏に鉄生産とは考えにくい。
2. BC18・19・20世紀に数多くの鉄・鉄滓・ふいご・鉄鉱石・炉が出土。明らかに生産をしていたと考えられ、ヒッタイトが人工鉄生産技術を生み、滅亡後鉄器が広がると言う通説がくつがえる。
3. また、BC22世紀アラジャホユック出土の鉄剣(顔鉄)は少なくともこの時代にすでに鉄を加工する意識のあったことを示す

カマン・カマン・カレホユック遺跡の4文化層 2008年発掘はBC40世紀時代まで進み、この層からも「鉄」がでている

第1層	オスマントルコ時代	15~17世紀	ビザンチン, オスマントルコ時代
第2層	鉄器時代	BC12~BC4世紀後半	後期ヒッタイト, フリュギア, ヘレニズム, ローマの時代
第3層	中・後期青銅器時代	BC20~BC12世紀	ヒッタイト・アッシリア植民地時代
第4層	前期青銅器時代	BC30~BC20世紀	
	銅・石器時代	BC55~BC30世紀	



1.2. トルコ カマン・カレホック遺跡から出土した世界最古の銅片

岩手県立博物館だより No106 赤沼英男 最古の鉄片の検出とその意味 より

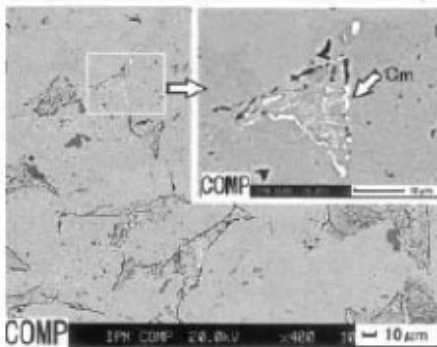
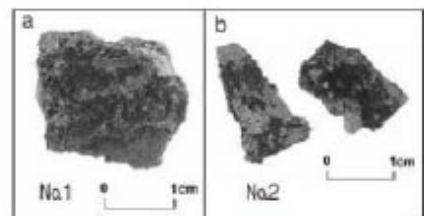


写真3 カマン・カレホック遺跡第Ⅲc層出土Na1鉄片のEPMAによる組成像(COMP)。Cmはセメンタイト(Fe_3C)。写真右上は枠内部を拡大。

写真3

No1から抽出した試料の電子顕微鏡・プローブ・マイクロアナライザー(EPMA)による組成像(COMP)微細な線状結晶(Cm)が層状に並び、島状領域を形成した組織が観察される。

この組織は「鋼」のフェライト+パーライト組織で「鋼」の主要組織である。

同様の組織は、国宝稲荷山鉄剣出土錆片の解析において確認されていて、その後も列島内から出土した数多くの鉄器に見出されている。

No2から抽出した錆片からもほぼ同様の組織が検出された。

セメンタイトまたはその欠落孔によって構成される島状領域の分布状況から、錆化前の地金は炭素量が約0.1~0.3%の鋼と推定されました。



キュルテベ・カールム 1b層出土鉄片の外観。

キュルテベ[紀元前1930年頃から紀元前1750年頃にアナトリアに交易目的で移住したアッシリア商人たちが居住区(カールム)遺跡]から出土した鉄片の外観。

多数の亀裂や空隙がみられ、相当に錆化が進み、また、いたるところに銅(Cu)、および硫黄(S)を主成分とする不純物が観察された。

不純物は鉄の原料鉱石に起因すると推定されます。錆化が進んでいるため、錆化前の地金の組織を推定できなかったが、別途行われた化学成分分析結果を加味することにより、人工鉄であることが判明。ヒッタイト帝国成立の400年以上も前に人為的に鉄が造られ、鋼の製造までなされていた可能性が高い。

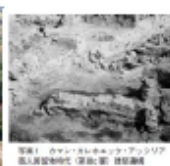


写真3 カマン・カレホック遺跡第Ⅲc層出土Na1鉄片のEPMAによる組成像(COMP)。Cmはセメンタイト(Fe_3C)。写真右上は枠内部を拡大。

1.3. ヒッタイトの首都ボアズギョイ発掘とキズワトナ文書(粘土板)に記された「鉄」の記述



ヒッタイトの首都 ハットゥシャ(ボアズキョイ)とそこから出土した粘土板

ボアズキョイ粘土板文書のひとつキズワトナ文書の解読と「鉄」に関する記述

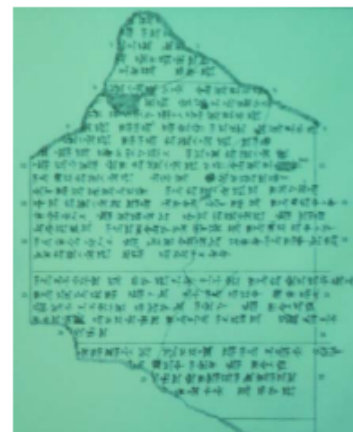
ヒッタイト帝国の王ハットゥシリ3世のエジプトの王ラムセス2世宛ての手紙返事 紀元前1300~1250年頃

- 20 行 あなたが私に書いてきた良質の鉄に関してであります、良質の鉄はキズワトナの
21 私の倉庫でござしております。私が書きましたとおり、鉄を生産するには悪い時期なのです。
22 彼らは良質の鉄を製造中です。今のところ作業は終わっていません。
23 出来上がりましたら、私はあなたに送
24 りましょう。今日のところは私はあなたに一振りの鉄剣を送ります。

(大村幸弘 鉄を生み出した帝国 ヒッタイト発掘 49-50頁)

キズワトナ文書の解読文書の意義 シンボジュウム 大村幸弘氏の話より

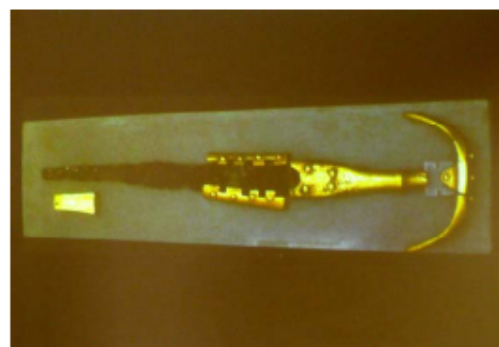
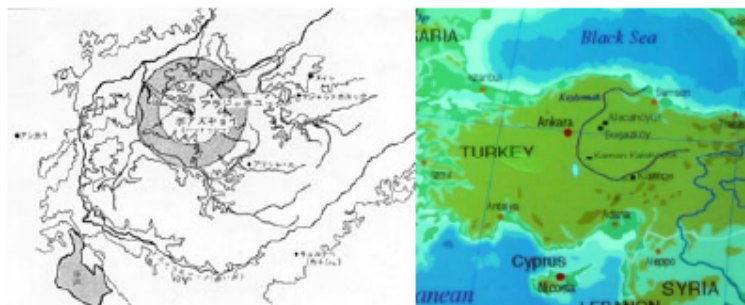
- ヒッタイトは製鉄技術を有していた
- その鉄の技術は「良質の鉄」 別に「炉の鉄」の言葉があり、ヒッタイトでは「炉の鉄」を処理して「良質の鉄」を作る技術があった。カマン遺跡出土鉄片などから「良質の鉄」は「鋼」か？
(岩手県立博物館より No106 赤沼英男 最古の鉄片の検出とその意味 より)
- 鉄の生産に「悪い時期」 この地方では雨期と乾期の変り目(3月・9月)に強い風が吹き、雨期は木が燃えず温度が上がりにくい。
- ヒッタイトの製鉄地「アリンナ」はどこか 首都ボアズキョイから30kmのアラジャホユック
 1. 粘土板の記述 焼き耐に合わず。神殿があり 首都から一日で行き来し、大量のスタンダードの出土
 2. BC17~15の層から大量の鉄滓そして BC22の層より鉄剣出土(ただし この鉄は鋼鉄と特定された)



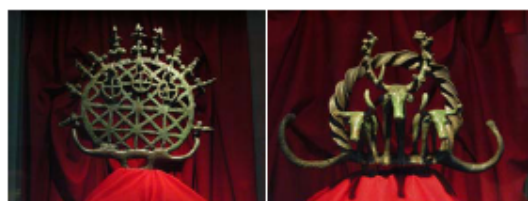
■ 大村幸弘氏が特定した ヒッタイトの製鉄の中心地「アリンナ」は「アラジャホユック」
焼き耐に合わず。神殿があり 首都から一日で行き来し、大量のスタンダードの出土するところ
このアラジャホユックの街 BC17~15の遺跡から大量の鉄滓が出土した



アラジャホユック遺跡



アラジャホユック出土の鉄剣
2008年東京理科大の分析で
鉄剣の材質は鋼鉄と特定された



出土したスタンダードの一例 用途は良くわかっていない

トルコ アナトリア半島の発掘調査で新発見 ヒッタイトの鉄がペールを脱ぎ始めた

鉄器と鉄の優れた鉄の製造法を持ち 鉄器文化の幕開けをもたらしたヒッタイト

ヒッタイトの都「ハットウシャ(ボアズギョイ)」その近くでヒッタイトの鉄の故地が見つかった
鉄の起源は少なくとも 19 世紀にさかのぼれ、ヒッタイトの強さの秘訣は「鋼」の製造

愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター「鉄と帝国の歴史」シンポジウムより

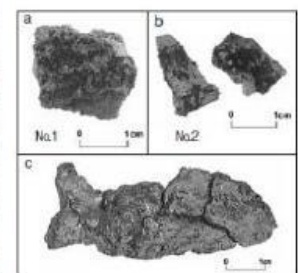
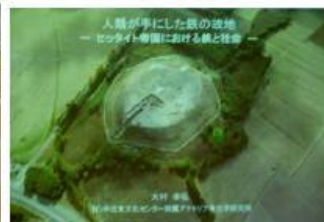
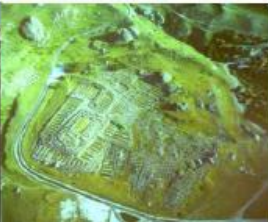


写真2 カマン・カレホック第IIIc層
建築遺構およびキュルテペ・カールム
Ib層出土鉄片の外形。

世界最古の人工鉄
材質は「鋼」 BC19 世紀

ボアズギョイの村とハットウシャの遺跡



「アラジャホック」遺跡(大村幸弘氏が特定した ヒッタイトの製鉄の中心地「アリンナ」) カマン・カレホック遺跡

2. 中国・中央集権国家成立過程の鉄と社会

愛媛大東アジア古代鉄文化センターシンポ「鉄と帝国の歴史」

中国社会科学院 考古研究所 王 巍 所長 基調講演より

- 中国の鉄器は西周時代に始まるが、実際に鉄器が広く実用される鉄器時代は生産機構の急増する戦国時代の中期と考えられる。
 - 殷の時代 通常青銅器時代というが、実際の工具の主流は石器であった。
 - 鉄器の時代と言われる秦の時代も武器の主流は青銅器で青銅器・鉄器が混用されている。
- 中国最古の人工鉄器は紀元前 7 世紀 西周後期 河南省西部の山門峡市の貴族の墓から出土の銅柄鉄剣(玉柄銅心)鉄は塊煉鉄



- 戦国時代の中・晩期 鑄鉄の表面脱炭法や鍛造・焼き入れなど錬鉄硬化法が開発。鑄鉄と塊煉鉄(鋼)が併用
- BC3 世紀 秦の始皇帝が全国に鉄官を配置した。
そして、漢の武帝の時代には鉄官が 49 にもおよび、漢の重要な基幹であった。また、鑄鉄の脱炭による鋼の製造技術確立・油焼入れも
- 後漢の時代 大型炉による鑄鉄法による大量生産 百鍊鉄の鍛造
これら 当時の先端技術であり、これら鉄の先端技術とともに官営の支配を通じて、中央集権国家の基幹であった。

2.1 中国 古代の製鉄技術伝播

紀元前 2000 年頃	ヒッタイトの都ボアズギョイ遺跡からは、鍛錬された鉄が発見 (錬鉄) ヒッタイトの金柄鉄剣
紀元前 12 世紀頃	ヒッタイトが滅亡すると東アジアから四方への製鉄技術の伝播 (錬鉄)
紀元前 10 世紀・9 世紀	インド(紀元前 10 世紀、紀元前 9 世紀)には中国に伝播 (錬鉄)
殷・周時代	中国最古の鉄器 ● 河北省 殷中期の墳墓からニッケルを含有する青銅製の鍔(えつ)の刀部に鋼鉄製とみられる鉄の使用された鉄刀鋼鍔 ● 北京市劉家河出土 殷代の鉄刀鋼鍔 ● 河南省衛輝府出土 周初の鉄鍔鋼戈(か) ● 青銅器の鑄造の際の型もたせに鉄の使用や鑄の内側の理に鉄の使用された痕跡(リング等高度な精密仕上げが必要なことから錬鉄???)
西周後期 2800 年前	河南省 三門峡市 墳墓より出土した玉柄(銅心)鉄剣 (錬鉄)
西周後期～春秋時代	甘肅省・陝西省など中国西部に偏在して金柄や青銅柄に鑄造された鉄剣 (ヒッタイトの金柄鉄剣 コーカサスの銅柄鉄剣など 西・西北からの伝播)
春秋末から戦国早期 (前 4・5・6 世紀)	江蘇省程橋鎮 1 号墓から白鉄製の鉄鍔 2 号墓から海綿鉄鍛造の鉄棒出土 鉄鍔と鉄剣両者が存在。ただし、この時代の鉄器は、大半が鍛造製。 錬鉄の硬化技術が、まだ十分に開発されておらず、鍛造製のものがほとんど。 錬鉄製の鋼の強いという認識は、刃物を鍛造することによって克服され、適用範囲に鉄器が使われてゆく。
戦国晩期 (前 3 世紀)	河北省高下郡 44 号墓出土の鉄戟・鉄矛・鉄劍など 鉄製武器群が急増 海綿鉄(錬鉄)を鍛造したもの、表面を硬化させて鋼にしたもの、さらに焼入れられたものなど錬鉄を硬化させる技術の進展を示す。
秦・紀元前 3 世紀	秦 始皇帝 中国全土に鉄官配置 紀元前 119 前漢 武帝の時代には鉄官が 49ヶ所に及ぶ
前漢 (紀元前 2 世紀)	漢城 1 号墓 劉勝の佩剣や薔刀も海綿鉄鍛造 (錬鉄)
前漢 中期以降 (紀元前 1 世紀 以降)	鉄鍔を鍛造して鋼とする技術の開発が鉄製武器のうち長剣は大刀に代替 ● 河南省鉄生溝の製鉄遺跡では、海綿鉄を生産した炉と鉄を生産した炉のほかに錬鉄を鍛造して鋼とした製鋼炉や炒鋼炉と呼ばれるものが出土 大量生産可能な海綿鉄法による鉄生産が中心になるとともに、鍛錬技術も発達百鍊鋼といわれる反復鍛打の鋼
後漢	● 出鱈・五十餘・百鍊と記載された金錯の紀年銘をもつ鉄剣・鉄刀がみられ 製鉄炉の改良がすすみ、更なる大型化が進む。 ● 省古銅鎮製鉄炉では 内容積 5.0m ³ (直径 5.96 高度 4.35 高さ 4.5m 復元推定)にも達する。

3. チンギスハンによる帝国成立と鉄

愛媛大東アジア古代鉄文化センターシンポ「鉄と帝国の歴史」

新潟大学 石井典之教授 基調講演より

チンギスハンがモンゴル帝国を樹立したそのバックには鉄資源の確保とそれに裏付けられた強力な武器があった。

でも チンギスハンがモンゴルには鉄資源はなく、鉄資源の確保のため、モンゴル高原の鉄資源を求めて、次々と他部族を制圧し、モンゴル高原の鉄資源の攻略とモンゴル高原統一を成し遂げた。その後、中国北部の鉄山地帯を手に入れ、それから、中国・世界制覇へと突き進んだ。周到な鉄資源攻略の戦略があったという。

このチンギスハンの大モンゴル帝国を成し遂げさせた優れた鉄技術とは何だろうか



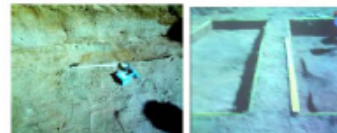
チンギスハンの大鉄器生産コンビナート アウラガ宮殿遺跡の鍛冶工房



図2 アウラガ遺跡内の建物・施設配置図



2007年調査 遺跡の東部 BN 地点 発掘調査の現場（図面と写真が90度違っている）



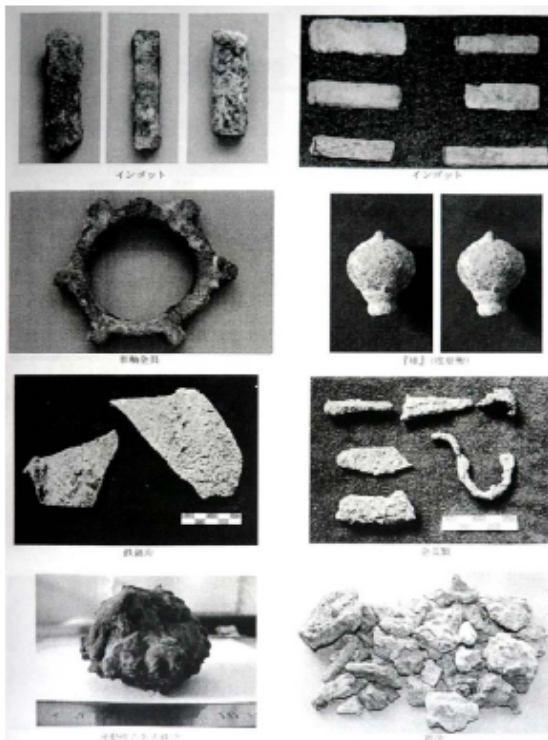
BN 地点 発掘調査の現場 鍛冶炉の基部が出土



鉄資源の無かった「モンゴル」が周囲の鉄山・鉄の工人を次々と得つつ、鉄資源と鉄器製造の先端技術を得て、アウラガ宮殿遺跡の一角に大鉄器コンビナートの鉄器量産体制を作り上げ 大モンゴル帝国・世界支配を成し遂げた。

アウラガ宮殿遺跡の鍛冶工房遺構から出土した鉄遺物が語るモンゴルの優れた鉄器生産技術

1. インゴットの存在 標準化された鉄素材が中国北東部の鉄山から運び込まれ、安定品質の鉄器が量産
2. 鉄の車軸 モンゴルの強固な戦車と武器製造技術が確立されている
3. 契丹の鑄鉄・西夏の鍛冶炉 「鑄鉄」と呼ばれる良質の鉄 そして西夏の鍛冶技術など先端の技術の取込み また、焼入れに「塩水」を使う技術もあったという。



アウラガ遺跡から出土した出土鉄製品

