

たたら製鉄の源流 Iron Road through Eurasia

愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ 聴講記録集

「鉄の起源」&「ユーラシア大陸の東西を結ぶ金属器&鉄文化東伝の道」探求【Ⅰ】

「人工鉄の起源 探求」2007~2019

2020.3.1.

2007年から2018年 愛媛大学東アジア古代鉄研究センターの国際研究プロジェクト
『鉄の起源』 & 「ユーラシア大陸の東西を結ぶ金属器&鉄文化東伝の道 探求」
成果報告界を中心とした国際シンポジウムでの聴講記録を主に
和鉄の道・Iron Road に掲載した関係記事を整理集成しました。





愛媛大学東アジア古代鉄文化センター- 国際シンポジウム 予稿集

1. 愛媛大学東アジア古代鉄文化センター設立記念国際シンポジウム 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
2. 第2回 愛媛大学アジア歴史講演会 2008.4.26.
「モンゴル・アウラガ宮殿における鉄器生産の一様相」
3. 愛媛大学東アジア古代鉄文化センター- 第2回国際シンポ重 2008.11.29.無
鉄と帝国の歴史
4. 第1回鉄文化シンポジウム 2009.11.28.
たたら製鉄の歴史と技術
5. 第12回アジア歴史講演会 2012.10.26.
アジアとアフリカの境界で鉄に出会う メロエ文明の鉄器生産とスーダン共和国の現状
6. 第6回国際学術シンポジウム 鉄と匈奴 遊牧国家像のパラダイムシフト 2013.11.9.
7. 平成26年度大阪府立弥生文化博物館夏季特別展 運かなるメソポタミア関連講演会
古代ユーラシア大陸のアイアンロード 鉄の歴史を探る 2014.7.19.
8. 第7回学術シンポジウム 蜀地の鉄 分岐するアイアンロード 2014.11.15.
9. 第18回アジア歴史研究会 金属時代の黎明 -価値と技術- 2015.2.14.
10. 第9回国際学術シンポジウム 東アジア古代鉄文化研究センター設立10周年記念
古代ユーラシア アイアンロードの研究 2016.12.3.
11. 平成28年度大阪府立弥生文化博物館春季特別展 開館25周年記念講演会
鉄の弥生時代 鉄器は社会を変えたか? 2016.4.30.
12. 第10回国際学術シンポジウム 文明と金属器 -普及とその過程- 2017.11.25.
13. 第11回国際学術シンポジウム たたらの原世界 日・中・韓の中世製鉄

「鉄の起源」&「ユーラシア大陸の東西を結ぶ金属器&鉄文化東伝の道」探求【Ⅰ】

愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ 聴講記録集

「人工鉄の起源 探求」2007～2019

目 次

- 絵 鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史 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 2017.1.15.
- 1.はじめに
鉄の惑星地球誕生46億年の歴史&地球の大気・縞状鉄鉱床を作ったシアノバクテリア
今も南極の湖底に残されている大気酸素&現世生物の起源を伝える36億年前の世界
- 1.1. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり 2010.3.15. by Mutsu Nakanishi
「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで
- 1.2. 鉄の惑星「地球」35億年前 現在の生物起源に遡る原始 Iron Road の絶景
「南極 氷の下のタイムカプセル」NHK BS プレミアム 2018.2.24.
光合成を初めて行い大気の大気酸素&製鉄原料縞状鉄高鉄床を作ったシアノバクテリア
の不思議な世界
- 2.人工鉄の起源の探求 愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ聴講記録
- 2.1. 製鉄起源に新たな説鉄の歴史に一石 ヒッタイト起源に異説か!! 朝日新聞より 2019.3.25.
トルコアナトリア高原「ヒッタイトの故地」カマン・カレホユック遺跡で世界最古の鉄遺物出土
- 2.2. 基調講演 人類が初めて鉄を手にした故地「ヒッタイト」
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」
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
日本の調査隊の発掘調査で多数の鉄遺物を発掘
- 2.3. 「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」の現地レポートの記事
- 2.4. 愛媛大学村上恭通教授らは これらの「鉄滓」と「小鉄塊」について
鉄を含む鉄銅鉱石の鉄滓から抽出されたのではないかとその仮説を報告 2014.7.19.
- 2.5. 「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 アナトリア高原のカマンカレホユック遺跡で出土した世界最古の鉄滓・鉄塊
世界最古の人工鉄は銅生産の副産物として取り出されたとの仮説が有力に
製銅過程で含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓は こんなプロセスか???
- 2.6. 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-」
「鉄の起源の探求」成果報告聴講まとめ 2015.2.14
- 2.7. 文明と金属器 - 普及とその過程 - 聴講記録 by Mutsu Nakanishi 2017.11.25
アナトリア・レヴァント・エジプト
- ◎ 「人工鉄の起源」 探求整理まとめにかえて
愛媛大第8回国際シンポ ユーラシア大陸諸国連携プロジェクト成果報告
聴講記録「古代世界の鉄生産 -中近東から東アジアまで-」大阪 2015.12.6

平成から令和に変わり、激動の時代に。炭酸ガス増加による地球温暖化がもたらす自然災害の脅威が我が身にも迫る。地球はどうなってゆくのか……

約 40 億年前 鉄の惑星地球でシアノバクテリアが 鉄の助けも借りて、大量の炭酸ガスを原料に光合成を行って酸素を作り、人を含む現生物の時代を作り上げた。「もし 地球に鉄なかりせば……の鉄の惑星 地球」
きつと また鉄が新しい道を切り開いてくれるに違いないと……

今そんなことをも頭に浮かべつつ、新しい鉄の時代へ 夢を膨らませています。

愛媛大学東アジア古代文化研究センターが 2007 年以來 約 10 数年 推進してきたユーラシア大陸諸国との共同連携プロジェクト**鉄の起源・鉄の伝播探求< ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road >**

その輝かしい成果は 毎年国際シンポジウム開催を通じて広く公開されてきた。

研究者ばかりでなく、一般人にも広く最新成果を公開提供してきた。毎年のシンポジウムの予稿集も 10 数冊に。

私にとっては 毎回聴講させていただき、たたら製鉄の源流を極める最新の研究成果を教えてもらえる楽しいシンポジウムで、その都度 聴講メモを採り、ホームページで記録紹介してもらってきた。

その愛媛大東アジア古代鉄文化研究センターが 2019 年 4 月に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。一つの区切りを迎えた。

これを機会に今までその都度 私の聴講メモとして紹介してきた関係記事を一覧リストにして、全体を眺める資料に。

私にとっては たたら製鉄の源流を解き明かす嬉しい整理資料になりました。

Iron Road ・和鉄の道記事掲載 by Mutsu Nakanishi 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ウム関連掲載記事リスト》

<https://www.infokkna.com/ironroad/2019htm/iron15/1904tetsunokigenehime.pdf>

ずっと毎年開催されてきた成果報告を兼ねた国際シンポジウムの予稿集は その都度出ていますが、やっぱり掲載記事を 1 冊にまとめて、系統的に読み出せるようにして、手元に置いておきたいと私蔵版の電子 Book 化しました。一冊にまとめてみるとやっぱりうれしい たたらの源流をまとめた私の宝物に。

毎度その成果を聴講メモとして 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。

動画スライドにもさせていただき、私の頭整理の資料集としていつも活用しています。

「鉄」の名前が舞えるのは残念ですが、開設以来 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、さらなる展開・活躍をしていただけるよう期待しています。

ありがとうございました。 和鉄の道にアクセス戴く皆さまにも何かのお役に立てばと。

2020.3.1. 和鉄の道・Iron Road

From Kobe Mutsu Nakanishi

「鉄の起源」&「ユーラシア大陸の東西を結ぶ金属器&鉄文化東伝の道」探求【Ⅰ】

愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ 聴講記録集

「人工鉄の起源 探求」2007～2019

目 次

- 絵 鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史 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 2017.1.15.
- 1.はじめに
鉄の惑星地球誕生46億年の歴史&地球の大気・縞状鉄鉱床を作ったシアノバクテリア
今も南極の湖底に残されている大気酸素&現世生物の起源を伝える36億年前の世界
- 1.1. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり 2010.3.15. by Mutsu Nakanishi
「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで
- 1.2. 鉄の惑星「地球」35億年前 現在の生物起源に遡る原始 Iron Road の絶景
「南極 氷の下のタイムカプセル」NHK BS プレミアム 2018.2.24.
光合成を初めて行い大気の大気酸素&製鉄原料縞状鉄高鉄床を作ったシアノバクテリア
の不思議な世界
- 2.人工鉄の起源の探求 愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ聴講記録
- 2.1. 製鉄起源に新たな説鉄の歴史に一石 ヒッタイト起源に異説か!! 朝日新聞より 2019.3.25.
トルコアナトリア高原「ヒッタイトの故地」カマン・カレホユック遺跡で世界最古の鉄遺物出土
- 2.2. 基調講演 人類が初めて鉄を手にした故地「ヒッタイト」
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」
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
日本の調査隊の発掘調査で多数の鉄遺物を発掘
- 2.3. 「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」の現地レポートの記事
- 2.4. 愛媛大学村上恭通教授らは これらの「鉄滓」と「小鉄塊」について
鉄を含む鉄銅鉱石の鉄滓から抽出されたのではないかとその仮説を報告 2014.7.19.
- 2.5. 「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 アナトリア高原のカマンカレホユック遺跡で出土した世界最古の鉄滓・鉄塊
世界最古の人工鉄は銅生産の副産物として取り出されたとの仮説が有力に
製銅過程で含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓は こんなプロセスか???
- 2.6. 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-」
「鉄の起源の探求」成果報告聴講まとめ 2015.2.14
- 2.7. 文明と金属器 - 普及とその過程 - 聴講記録 by Mutsu Nakanishi 2017.11.25
アナトリア・レヴァント・エジプト
- ◎ 「人工鉄の起源」 探求整理まとめにかえて
愛媛大第8回国際シンポ ユーラシア大陸諸国連携プロジェクト成果報告
聴講記録「古代世界の鉄生産 -中近東から東アジアまで-」大阪 2015.12.6

絵 人工鉄の起源 と ユーラシア大陸における鉄の発展史

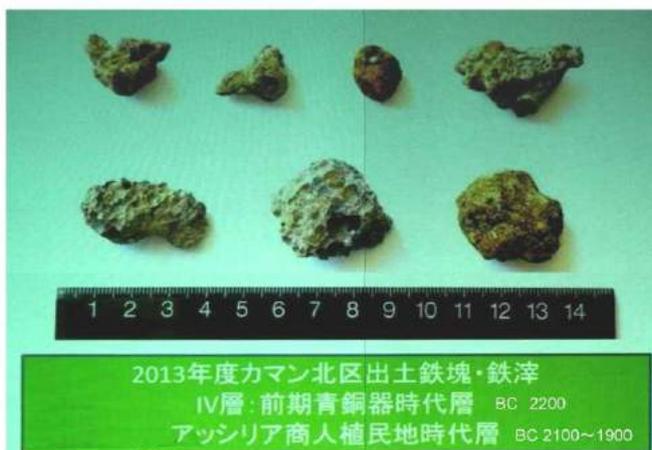
ユーラシア大陸の東から西へ「鉄」東遷の道 ユーラシア大陸の Iron Road ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road

ペールを脱ぎつつあるユーラシア大陸の東西を結ぶメタル ロード・鉄の道
 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プロジェクト」報告会 聴講まとめ 2015



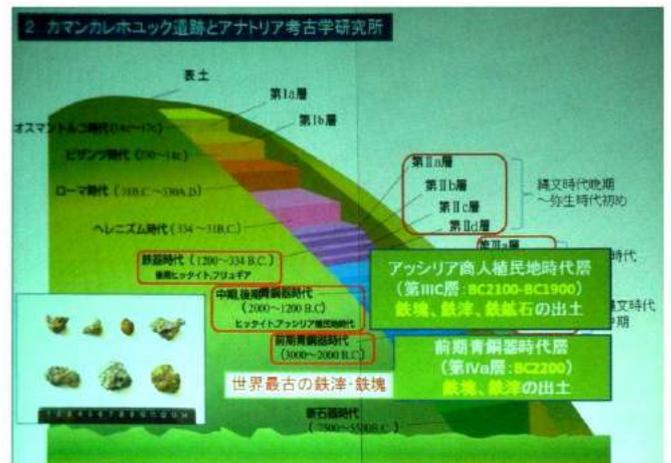
愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター国際シンポジウム「古代世界の鉄生産—中近東から東アジアまで—」2015.12.6.

人工鉄の起源を探る 定説を覆すヒッタイト帝国以前の世界最古の鉄 出土 カマン・カレホユック(トルコ) 世界最古の鉄 ヒッタイト(Hittites)帝国以前の鉄



2013年度カマン北区出土鉄塊・鉄滓
 IV層: 前期青銅器時代層 BC 2200
 アッシリア商人植民地時代層 BC 2100~1900

2013年カマン・カレホユック遺跡の発掘調査で 出土したヒッタイト以前世界最古級の鉄塊と鉄滓



アナトリア高原 カマンカレホユック遺跡のヒッタイト以前の層で小鉄塊・鉄滓を発掘調査ヒッタイト以前の世界最古の人工鉄とみられる 2013年

◆ ヒッタイト以前 銅生産の中心地 パレスチナで 人工鉄は 銅生産の副産物として 初めて誕生した可能性がある

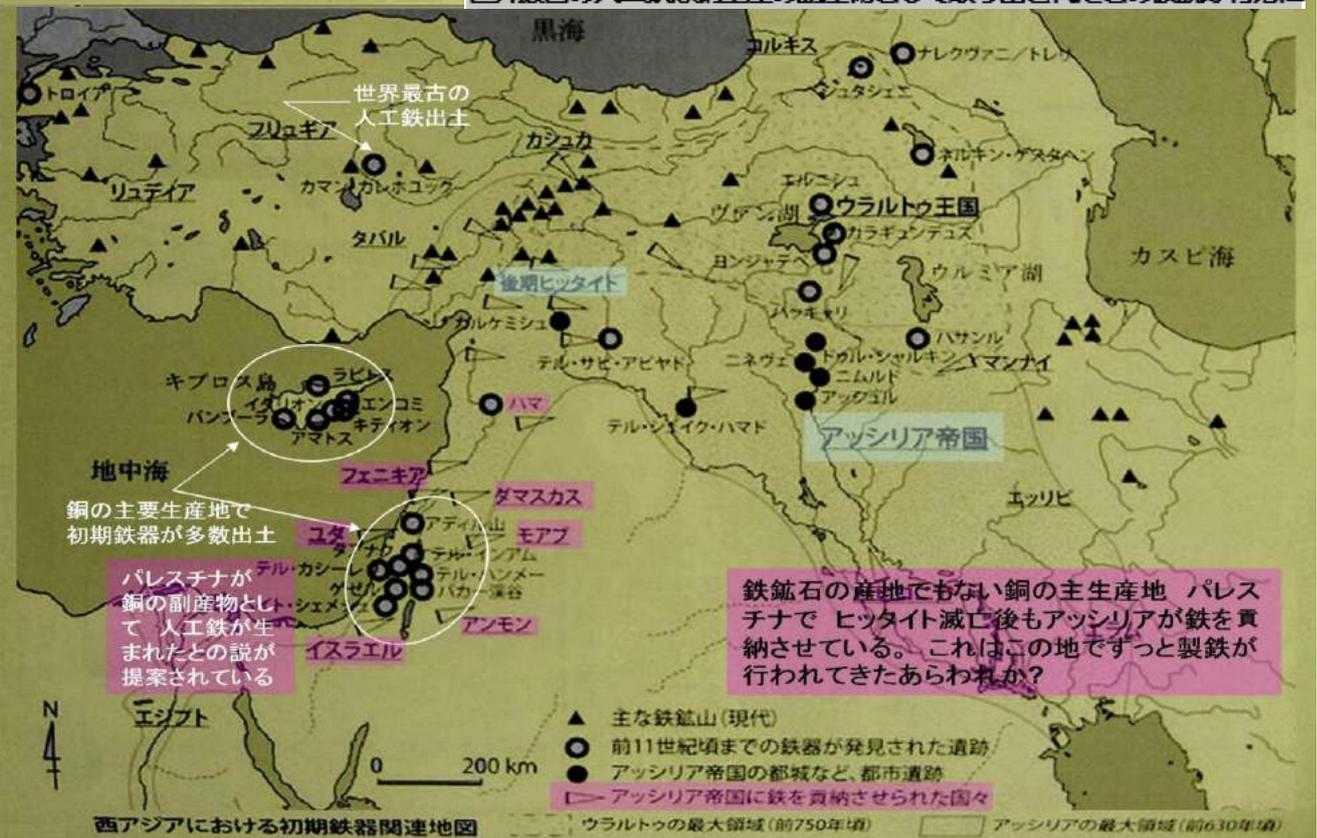
《鉄の起源を考える西アジアの鉄についての新たな視点 銅生産と初期鉄器の出会い》
 「最初の人工鉄は 銅生産の副産物として 生まれた」との提案

定説として「人工鉄の起源はヒッタイト」云われてきたヒッタイトの滅亡は紀元前12世紀末
 当時 西アジアは青銅器が中心利器の時代であり、ヒッタイト滅亡後 急速に鉄器文化が展開されてゆく。
 ところが 西アジアでヒッタイト以前の鉄が見つかり、一挙にこの根拠が崩れた。

- ◎ 一番先に鉄器が現れた西アジア 約紀元前5000年頃 銅器は紀元前9000～8000年。
 鉄器の成分やウイドマンステッテン急冷凝固組織を持つ韻鉄。
 そしてこの硬い鉄塊を磨いて加工して刀剣や装身具などに仕上げている。
- ◎ 西アジアで出土した初期鉄器の分布によると
 アナトリアのみならず、イスラエルやキプロスからは韻鉄なのか人工鉄なのか明確ではないが、
 ヒッタイト滅亡以前から鉄器が多数出土し、人工鉄が主要になるヒッタイト滅亡後も
 パレスチナでは鉄器が出土していることが、共同研究や文献調査等で明確になってきた。
 そして 注目すべきは これらの地が、古くからの銅の交易・生産地であるということで、
 銅製錬と鉄との出会い 銅生産と鉄との関連性が注目される。
- ◎ ヒッタイト滅亡後 アッシリアの時代になると鉄器が利器として拡散してゆく時代を迎え、
 イスラエルやヨルダンでも製鉄跡が出土するとともに、鉄器のユーラシア大陸東遷の先進地とみられる
 西アジア北部黒海東岸のグルジア地方でも鉄器が出土。また、ヒッタイト滅亡後 成立したアッシリアが
 イスラエルやキプロスを含む地中海沿岸諸国から鉄を貢納させてきたと記載された文書がある。

西アジアにおける初期鉄器関連地図 銅の主要生産地 地中海沿岸で初期鉄器が多数出土
 そして、ヒッタイト滅亡後の鉄器時代の始まりの時代に この銅主要生産地 パレスチナに
 対して アッシリアが鉄の貢納を要求している

西アジアにおける初期鉄器関連地図 世界最古の人工鉄は銅生産の副産物として取り出されたとの仮説が有力に



日本の製鉄開始を頭に 日本でも銅製錬は早くからスタートしている 銅製錬との関係を考える

含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓はこんなプロセスか???

by Mutsu Nakanishi

鉄を含む銅鉱石を無酸素状態で溶融すると比重の大きい溶銅相と比重の小さい溶鉄相に二層分離することができる。しかし、溶鉄相・溶銅層にはそれぞれ、数パーセントの銅濃度や鉄濃度があり、例えば、溶鉄相中の銅含有量を4%以下にはできない。

しかし、ここに炭素(や鉛)と共に溶融すると、各々溶相中の鉄・銅濃度を著しく低減でき、ほぼ鉄・銅分離ができることが知られている。酸化雰囲気中では、上層分離された鉄は酸化され、鉄滓となって溶銅の上に浮くことになる。製銅プロセスを考えると原料である銅鉱石は通常 自然銅のほか、鉄を含む鉱石が主であり、木炭を加えた含鉄銅鉱石の溶融酸化反応であり、鉄分はカラミとしてスラグ排出される。

ただし、部分的に高温還元雰囲気形成されている場所では、鉄は酸化されずに鉄粒などとなって、滓中に取り込まれることになる。

この細かい鉄粒を集めて、それを鍛冶技術で不純物を排除して、鉄素材に仕上げることは可能と考えられる。

最初の人工鉄 アナトリア高原 カマンカレホック遺跡で出土した最古の鉄滓・鉄塊はそんなプロセスの中で青銅器時代に出現したのであろうか……。

また、現在都市鉱山として スクラップからの有用金属取り出し法として、この二層分離技術は先端技術として躍進をつけている。

【和鉄の道・Iron Road】

金属にも「水」と「油」がある「銅」と「鉄」の二相分離 2014.8.1. By Mutsu Nakanishi より

<http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf>

銅と鉄 密接に隣り合う金属で、原料鉱石には両者が混在することが多い。

それだけで互いは溶融しても混じり合わせ性質を有しており、容易に分離できる可能性もある。

上記の「人工鉄は銅製錬の副産物として 最初はぐくまれた」との説には非常に惹かれる。

また、銅製錬で出た銅滓カラミには鉄分が多く含まれ、磁石に引っ付くことから、銅製錬と鉄製錬が非常に近いと。さらに 鎌倉から室町時代にかけて 自然銅が掘りつくされ、良質の銅生産がストップしたことも頭に浮かぶ。

主要な銅鉱物と銅鉱石



自然銅

孔雀石・炭酸水酸化銅

黄銅鉱(鉄・銅の硫化物)

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

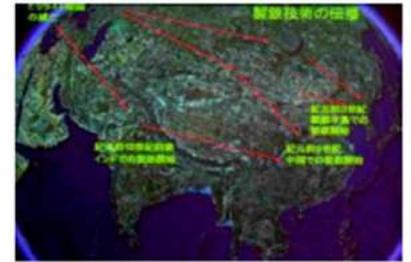
ユーラシア大陸のメタルロード

遊牧民の鉄の道・Metal Road「草原の道」 その南にはオアシス路 さらに南にはインド・中国へ「南西シルクロード」と海路「南海路」

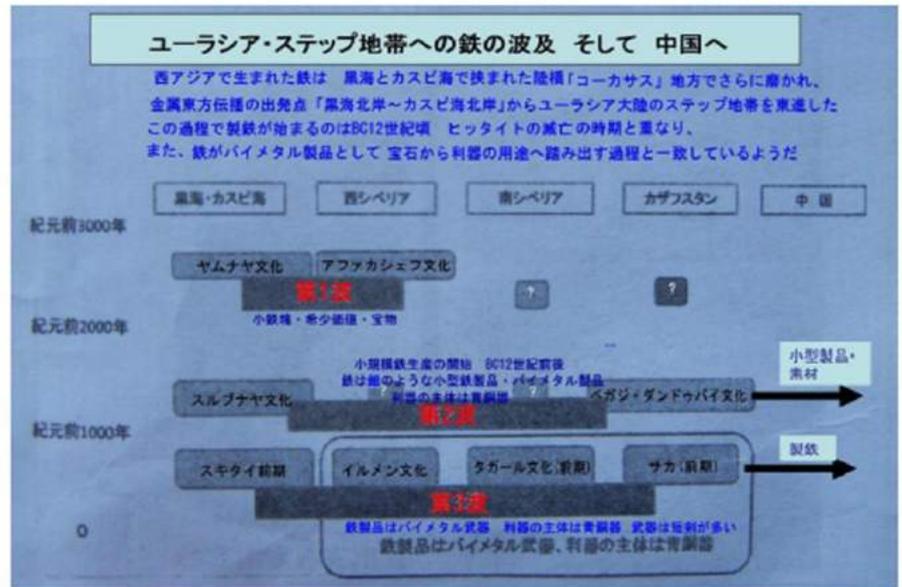


◆ 「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」

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
 ユーラシア大陸を西から東へ数千年をかけて東進して、日本に伝えられた鉄
 ユーラシア大陸のメタルロードで 3つのstage を経て 鉄は東へ伝播した
 そのプロセスの理解なくしては 弥生の鉄を理解できない。



- ◎ 第1のstage : 第1波
 見つかった鉄そのものの姿
 小鉄塊が稀少価値 宝物性を持つ
- ◎ 第2のstage : 第2波
 稀少・利用価値のある金属 威信性
 金柄鉄剣など複合鉄器(バイメタル)
 その稀少性・利用価値ゆえ
 金以上の価値があった鉄
 このstageの過程で
 小規模製鉄がはじまったようだ
- ◎ 第3のstage : 第3波
 広く実用利器としての利用
 本格的な製鉄技術の確立



世界各地の金属器使用段階

2015.12.6 国際シンポジウム「古代世界の鉄生産—中近東から東アジアまで—」津本英利氏講演スライドより

年代	アフリカ	ヨーロッパ	ギリシャ・地中海	オリエント	インド	中国	日本	オリエント
前10000年	石器時代	石器時代	石器時代	石器時代 最初の銅製品	石器時代	石器時代	縄文時代	無人
前5000年		最初の銅製品	銅石器時代	銅石器時代	最初の銅製品	最初の銅製品		
前3000年		銅石器時代	キクラデス文化 (青銅器時代)	ウルの王墓 最初の鉄製品	インダス文明 (青銅器時代)	最初の青銅器		
前2000年		青銅器時代	ミノア文化 ミケーネ文化	ヒッタイト帝国		二里头文化 (青銅器時代) 埋蔵銅器文化	商王朝(殷)	ラビタ文化入植
前1000年		鉄器時代	鉄器時代	ルリスタン青銅器 (青銅刀) ウラルトゥ王国	鉄器時代	春秋時代	三崎山遺跡	(石器時代)
紀元前後	鉄器時代	ローマ帝国	ローマ帝国		ウーツ鋼	戦国・秦漢	弥生時代	移住と拡散
1000年		鉄鉄・ベッセマー法		ダマスカス鋼		北宋	(鉄器時代) 古墳時代	モアイ像
現代 近代製鉄							たたら製鉄	鉄器時代

この金属器使用段階地図の中 ヒッタイトが人工鉄を最初に作ったといわれてきたが、その前の紀元前19世紀から10世紀当時の銅主要生産地 パレスチナ・キプロスの地中海沿岸で 素材のルーツは不明なるも多数の鉄器が出土。さらに鍛冶遺跡など数多くの製鉄関連遺跡が出土し、人工鉄のルーツと銅生産の関係に着目した検討が進められている。

1. はじめに

1. 鉄の惑星「地球」誕生46億年の歴史 & 大気を作ったシアノバクテリア

1.1. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり 2010.3.15. by Mutsu Nakanishi
「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで

【PDFfile】 <https://www.infokkna.com/ironroad/2010htm/2010mutsu/fkobe1004a.pdf>

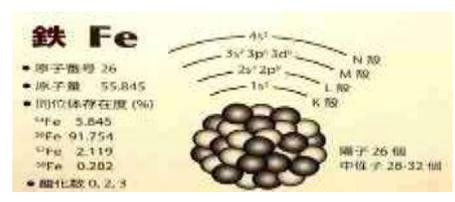
【概要】

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



「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」

1.2. 鉄の惑星「地球」35億年前 現在の生物起源に遡る原始 Iron Road の絶景

「南極 氷の下のタイムカプセル」BS プレミアム 2018.2.24. by Mutsu Nakanishi

光合成を初めて行い大気の酸素を作るシアノバクテリアの不思議な世界

このシアノバクテリアの死骸の堆積が今の縞状鉄鉱床である

【PDFfile】<https://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/18iron02.pdf>

【映像 file】<https://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/18iron02.mp4>

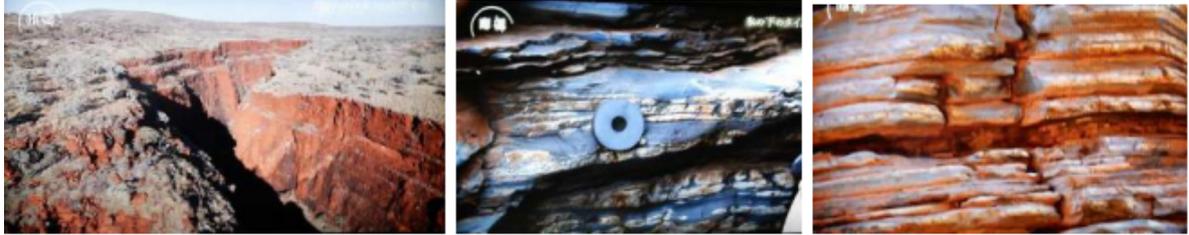
【概要】

南極の湖に35億年前の世界があった。ここは宇宙？ 湖の底にある原始の地球撮影

35億年前光合成で大気の酸素を作り始めたシアノバクテリアが今もひっそり酸素を作り続けている。
酸素が生まれた瞬間もくっきりと。また、このシアノバクテリアの死骸が堆積して、現在の鉄鋼を支える縞
状鉄鉱床を作り上げた。



林立する「こぶ」はシアノバクテリアの集合体 表面の密集した毛状のところから、酸素の泡が出ている
35億年前の原始の生態系が現在も生き続けているという
こんな不思議な世界が南極の厚さ4m も氷に覆われた極寒の湖の底にある



シアノバクテリアが放出した酸素で海中の鉄が酸化堆積したオーストラリアの縞状鉄鉱床

展示の構成— Powers of Ten Years

10¹年後： 鉄系の超伝導、超高純度鉄、新触媒、鉄の海洋散布など、鉄に関する近未来の姿 最先端の研究から、将来の鉄利用が見えてくる。

10⁰年前： 鉄は構造材・機能材として現代文明の根幹を成す。現在は持続社会の転換期の現在 構築へ向けた準備段階であろう。

10¹年前： 力づくの開発の時代。鉄を制するものが国家を制すると言われたが、鉄は国家なり 同時に成長の限界という概念に気づく。

10²年前： コークス製鉄法による安価な鉄鋼の供給と、鉄の磁性と電気の発見 鉄と産業革命 は、産業革命の起爆剤となった。

10³年前： 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、鉄器時代 他の文明を淘汰するのに役だった。

10⁴年前： 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 赤い鉄 においても、赤い酸化鉄が広く利用されていた。

10⁵年前： 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 鉄と気候変動 と気候変動との関連が指摘されている。

10⁶年前： 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 地球磁場逆転 的に気候が変化するという説もある。

10⁷年前： 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 生命維持と鉄 に、鉄は重要な役割を果たした。

10⁸年前： 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 生命の多様化 ったヘモグロビンは、鉄が主要な役割をはたす。

10⁹年前： 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 地球の形成 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。

10¹⁰年前： 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 鉄元素の形成 て、鉄の存在度は他の元素より相対的に高くなった。

鉄の惑星「地球」誕生46億年の歴史 & 大気を作ったシアバクテリア

1.1. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり 2010.3.15. by Mutsu Nakanishi

「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで

「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

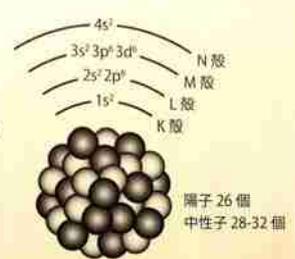
また、鉄を多く含む 鉄の惑星でもあった

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

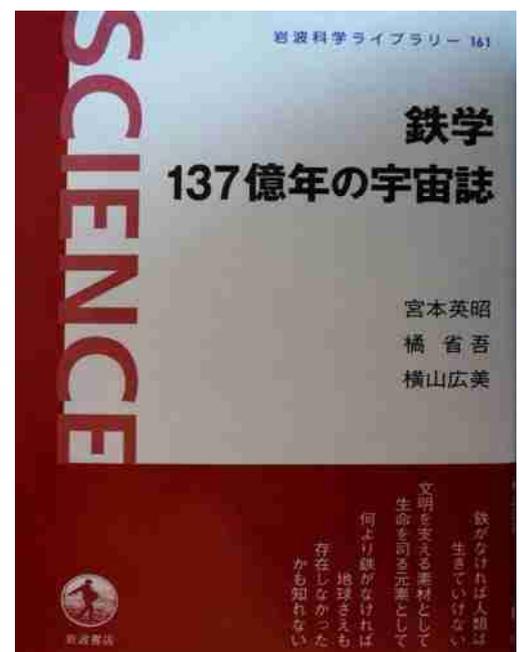


「あんたの話は 何でも 鉄やなあ・・・」とよく言われる。
 「鉄をキーワードに 有史以来現代に至るまで歴史を眺めたり、
 また、人に話しかければ、先が見えてくるように思う。
 そして、すばらしい日本の風景も・・・」というのが、
 ふらっと出かける私の「風来坊」Country Walk の唯一の視点。

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。

- 地球の生命体はその維持を計る「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解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	力づくの開発の時代。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、鉄の磁性と電気の発見は、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、鉄が主要な役割を果たす。
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

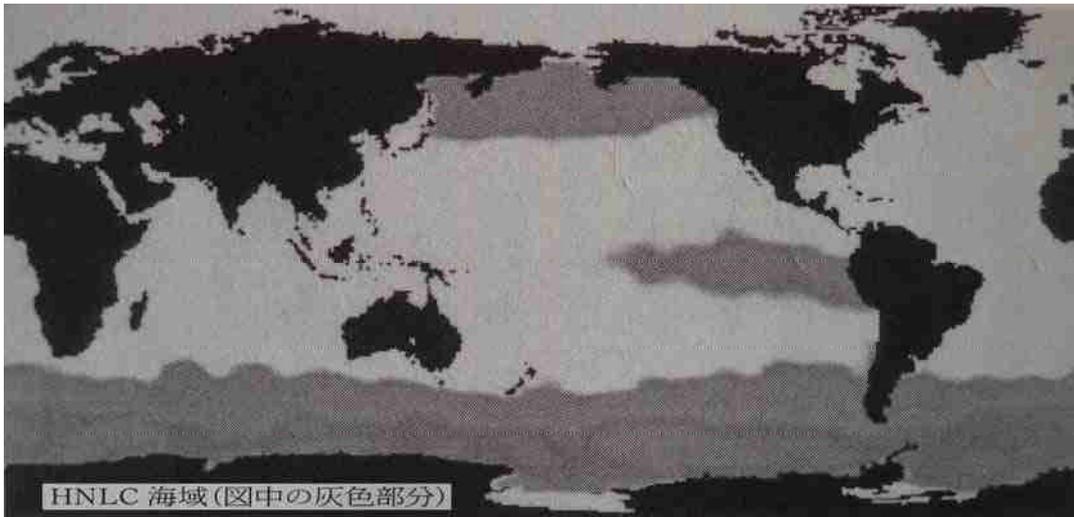
約 25 億年前に光のエネルギーを使って 光合成を行うシアノバクテリアが誕生
その光合成に伴う分泌物が形成した縞状組織に特徴づけられる炭酸塩岩. 縞状
鉄鉱床を形成した大規模な環境変動をもたらした酸素の発生源であると考えら
れている。(シアノバクテリアが発生させた大量の分子状酸素は海水中の鉄イ
オンと反応して 海水中の2価の鉄が溶けない3価の鉄になり 沈殿し、大量の鉄
鉱床が海底に形成された。なお、原始地球の原始大気、あるいは原始海洋
の中で約40億年前頃生命が誕生したといわれている。)

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、わずかしかな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

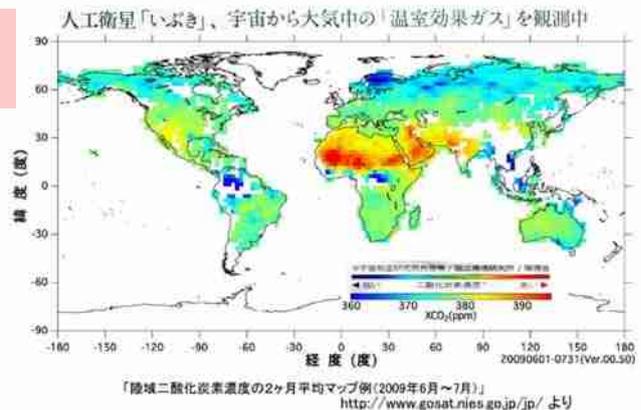
● 鉄が気候を変える

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があります。



1.2. 鉄の惑星「地球」35億年前 現在の生物起源に遡る原始 Iron Road の絶景

「南極 氷の下のタイムカプセル」BS プレミアム 2018.2.24. by Mutsu Nakanishi

光合成を初めて行い大気の酸素を作るシアノバクテリアの不思議な世界

このシアノバクテリアの死骸の堆積が今の大綫状鉄鉱床である

35億年前 光合成で大気の酸素を作り始めたシアノバクテリアが今もひっそり酸素を作り続けている



南極昭和基地近く岩山群の中にある「アンターサー湖」4m厚さの氷に覆われた湖の水底に不思議な世界が広がっている

林立する「こぶ」はシアノバクテリアの集合体 表面の密集した毛状のところから、酸素の泡が出ている
35億年前の原始の生態系が現在も生き続けているという

こんな不思議な世界が南極の厚さ4mも氷に覆われた極寒の湖の底にある

[BSプレミアム] 南極 氷の下のタイムカプセルより

35億年前のタイムカプセル。この不思議な世界は南極昭和基地に近い岩山群の中の氷に閉ざされた大陸内部の小さな湖「アンターセー湖」の湖底に広がる世界。初めて見る世界に もう びっくりで映像に釘付けになりました。

35億年前(30億年前との説もある)地球上に現れた原始生物シアノバクテリアの生態系の世界。酸素のない地球に生命体が誕生した約40億年前の原始世界は原始の微生物の世界である。まもなく原始生物シアノバクテリアが誕生し、太陽のエネルギーで豊富にあった水と炭酸ガスとで、光合成をおこない、大気中に大量の酸素を放出した。

光合成で生命を維持に必須の有機物を手に入れ、火山や熱水周辺以外でも生き進む手段を手に入れたシアノバクテリアはその後、植物に入り込み葉緑体になり、地球植物のルーツである。一方 酸素で有機物を分解し、大きなエネルギーを得られるようになった動物は その進化スピードをあげていった。地球上の生物が進化・繁栄してゆく生物物質循環・地球環境整備の基を作った原始生物。それが、シアノバクテリア。また、このシアノバクテリアが大量の酸素を大気中へ放出する過程で、当時大量に水中に溶け込んでいた鉄を酸化沈殿させて形成されたのが、現代製鉄の最重要原料である膨大な縞状鉄鉱床で、現在の鉄を支えている。



35億年前のタイムカプセル アンターセー湖



アンターセー湖 湖底のこぶとそっくり同じこぶ状の化石(ストロマトライト)が並ぶ オーストラリア ピルバラ



シアノバクテリアのこぶ断面 シアノバクテリアこぶ上集合体骨格痕跡が見える化石: ストロマトライト



シアノバクテリアが放出した酸素で海中の鉄が酸化堆積したオーストラリアの縞状鉄鉱床

「鉄」とかかわる中で、シアノバクテリアについては、何度もよく聞く名前で、知っていましたが、シアノバクテリアが大気を放出するプロセス そして 縞状鉄鉱床が作られていく原始の地球にはどんな景色がひろがっていたのか？興味津々。シアノバクテリアの痕跡が残る化石ストロマトライト(シアノバクテリアとそれが出す泥との集合体)から、勝手に想像するしかなかった原始の地球の「Iron Road」に広がる世界を、今に垣間見られる35億年前のタイムカプセルが南極の「アンターセー湖」。

湖の極寒の地 南極の湖底で、今も酸素をひそかに放出し続けている。もう びっくりです。

なお 上記写真はすべて [BS プレミアム] 南極 氷の下のタイムカプセルの映像から切り出しました。

まだ、内容についても、整理がついていませんので、取り違えもあるかもしれません。

また、本紹介内容等 すでにお知りでしたら、ごめんなさい。

***** ■ 参考 「葉緑体とミトコンドリアの起源」より *** by Mutsu Nakanishi
<https://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/seibutsukiso/archive/resume007.html>

シアノバクテリアは酸素の働きなしで、有機物を分解して、生命活動のエネルギーを得ていた。そして、大気に酸素が豊富にあるようになると酸素を使って、有機物を分解して 大きな生命活動のエネルギーを得る生物が現れ、それがますます繁栄して現在に至っている。一方、シアノバクテリアはその後、植物の中に入り込み、葉緑体となり、植物の生息域をひろげてゆく。35億年前のシアノバクテリアの進化した姿が 現在地球の全植物なのである。

細胞内共生説というのだそうですが、

「酸素をつかう細菌」が「酸素をつかわない生物の細胞」の中に入り込んで、一緒に生活するようになると、「酸素をつかう細菌」は酸素をつかって 酸素を使わない生物の作ったたんぱく質を分解して 大きなエネルギーをつくり、そのエネルギーを「酸素をつかわない生物の細胞」に与える。「酸素をつかう細菌」から見ると「酸素をつかわない生物の細胞」に、エネルギーの素、タンパク質をつくってもらうようになる。

このように、生物が別の生物を取り込んで共に生きる **細胞内共生のシステム** が生まれる。

- 「酸素をつかわない生物の細胞」の内に入り込んだ「酸素をつかう細菌」が 現在のミトコンドリアになり、この細胞が動物細胞に進化したと考えられています。
- 植物細胞の場合は、「ミトコンドリアをもった細胞」が、さらに光合成を行うシアノバクテリアを取り込み、このシアノバクテリアが 植物細胞の葉緑体になったと考えられています。

なお、「鉄の地球」で 鉄イオンが、シアノバクテリアそのものの生命維持活動にかかわったという証拠は良く知らないが、鉄イオンがないと葉緑体が黄色に変色する原因と言われ、光合成が十分行えず、繁殖できなくなることが知られている。

- 動物の血液中のヘモグロビンの作用
- 植物の光合成をおこなう葉緑体にとっては不可欠である。

これらのことから、地球上のすべての生物にとっては「もし、地球に鉄がなければ・・・」ということになる。

また、この番組を見て、南極のアンターセー湖などをすぐにインターネットで調べていて、このアンターセー湖の解明の先駆者に日本の女性冒険家で、極地研の研究者である田邊優貴子さんを知りました。下記などに概要があり、本資料作りの参考・follow にさせていただきました。

- 「南極の凍った湖に潜って 原始地球の生態系を追う」 田邊優貴子 極地研究所
<http://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/web/15/423715/051300002/>
- フロンティア 田邊優貴子 著 南極の湖に広がる神秘の生態系をさぐる
http://repository.tufts.ac.jp/bitstream/10108/84945/1/field-14_p28-29.pdf

◎ BS映像切り出し集 35億年前のタイムカプセル 南極 アンターセ-湖

南極 氷の下のタイムカプセル [BSプレミアム] 2月24日(土) 後9:00より、
 和鉄の道・Iron Road :原始の地球のIron Road 私の記録メモですので、ご配慮ください
 田邊優貴子さんのインターネット資料より、記録メモの作成参考・補足に使わせていただきました。

■ 「南極の凍った湖に潜って 原始地球の生態系を追う」 田邊優貴子 極地研究所
<http://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/web/15/423715/051300002/>



南極 ノボラザレフスカヤ基地や昭和基地の近く、35億年前のタイムカプセル「アンターセ-湖」

- 35億年前のタイムカプセル 南極「アンターセ-湖」へは 飛行機でノボラザレフスカヤ基地へ行き、そこから北へ約120キロほどの岩山地帯にあるアンターセ-湖へ

南極への航空路があるのにびっくりしました。

南アフリカ ケープタウンから ロシアのノボラザレフスカヤ基地への航空路があるのを初めて知りました。

ケープタウンから南極のノボラザレフスカヤ基地まで約6時間ちょっとだと。



ALCI BOARDING PASS				ALCI BOARDING PASS			
24	Tanabe Yukiko	VCSI	24	VCSI			
FROM	CAPE TOWN	FLIGHT	YRY9173	DATE	D01	IN	
TO	NOVO-ANTARCTICA	DATE	801	BOARDING TIME	7:45 am	SEAT	1C



南極行の航空路 田邊優貴子さんの「南極の凍った湖に潜って 原始地球の生態系を追う」より



ロシアのノボラザレフスカヤ基地の氷の滑走路に着陸 飛行場からピックアップトラックで Base へノボラザレフスカヤ基地か?

【参考】 ● DROMLAN (ドローニングモードランド航空網) インターネットより

東南極に基地を持つ 11 国が民間空機をチャーターして 2002 年から運用。ALCI という民間航空会社が、IL-76 ジェット機を 11 月から 2 月まで約 11 往復運行。ケープタウンからロシアのノボラザレフスカヤ基地付近の裸氷上滑走路に離着陸。

ノボラザレフスカヤからはスキー付きバスラーターボ機などに乗り換えそれぞれの基地やフィールドに向かう。

昭和基地の海氷上滑走路や大陸の雪上滑走路に毎年飛来。

- ロシアのノボラザレフスカヤ基地の北約 120 キロの岩山群の中にある「アンターセー湖」にベースキャンプ湖底から採取したものをすぐ分析・検討できるよう機材を持ち込む

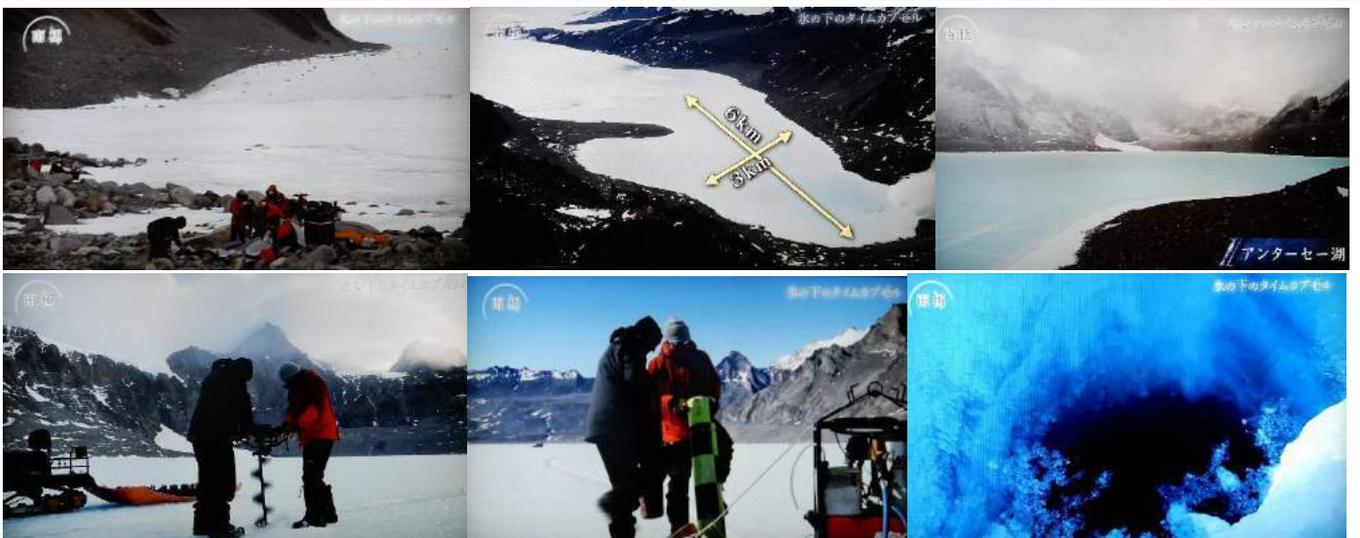


アンターセー湖の位置は開示されていないのでよくわからないが、ノボラザレフスカヤ基地の北約 120 キロの岩山群の中にあるという



ノボラザレフスカヤ基地の北約 120 キロの岩山群の中にあるというアンターセー湖へ向かう

- アンターセー湖岸に基地設営し、厚さ4mの氷にドリルで穴をあけて、湖底へ潜水する準備



ドリルで穴をあけ、湖水を組み上げ、再度湖に戻すことで、穴の壁を温め、穴を広げる。潜水穴を作るのも一苦労である

- 湖底へ潜って、湖底の調査並びに湖底撮影開始



● 35億年前のタイムカプセル アンターゼー湖 湖底調査の映像



湖底に林立するこぶはシアノバクテリアの集合体 こぶの表面には無数の1 μ 以下のひげが絡み合って上へ伸び、
それに小さな酸素の泡がいくつもついている ほかに何も生物はいない。 潜水後の解析でより



また、こぶ状のシアノバクテリアの集合体のほか、湖底から小さな針状に伸びたものなど、いくつかのタイプのあることが分かったが、他の生物はおらず、35億年前のシアノバクテリアの生態系が維持されている。

氷に閉ざされた35億年前のシアノバクテリアの生態系が維持されている湖ほかにもあるが、発見された湖で状況は異なり、このアンターゼー湖はシアノバクテリアのみの世界が維持されている。(インターネットより)



ひげのようなものの間に小さな気泡が見える ここで酸素が生まれてる



シアノバクテリアが酸素を放出している 初めて見る映像です

●アンターセー湖の湖底に林立する「こぶ」と気泡の採取とその確認



アンターセー湖の林立するコブはシアノバクテリアの集合体 ほかの姿を見せるシアノバクテリアもいるが、シアノバクテリアだけの世界



● アンターゼー湖底にシアノバクテリアが作りだした姿がオーストラリアの35億年前の化石に見える



34億年前のストロマトライト(シアノバクテリアとそれが出す泥の集合体)の化石 そしてこぶ状の化石もみつかった



アンターゼ湖の湖底のシアノバクテリア集合体の群立とほぼ同じ姿で、ストロマトライト(シアノバクテリアとそれが出す泥の集合体)の化石が見つかった。

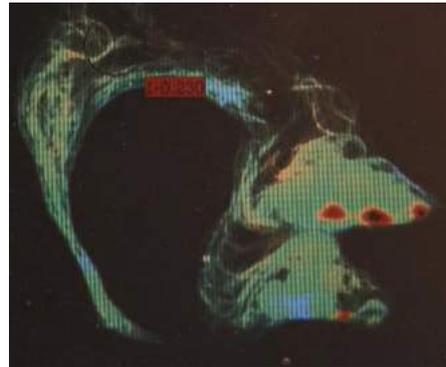


オーストラリア シャーク湾ではシアノバクテリアと自らが出す泥とが一緒に固まったストロマトライトが今も生きていて、表面ではその酸素を出している



● **光が非常にとどきにくい深いアンターセー湖の一番深い光が弱い水底 (約 180m?)の無人潜水機調査**

光の届きにくい深い底でも、シアノバクテリアが光合成をして、酸素を放していることが、無人潜水機の映像と採取サンプルから明らかになった。茶色いシアノバクテリア分析器で緑色になった部分が光合成をしていると確認された部分である



ほとんど光が届かぬ深い湖底でもシアノバクテリアの光合成が行われている証拠。
ほんのわずかの光で、光合成をして生き延びられる。
地球全凍結の危機をシアノバクテリアが乗り越えてきた証拠のひとつでもある。

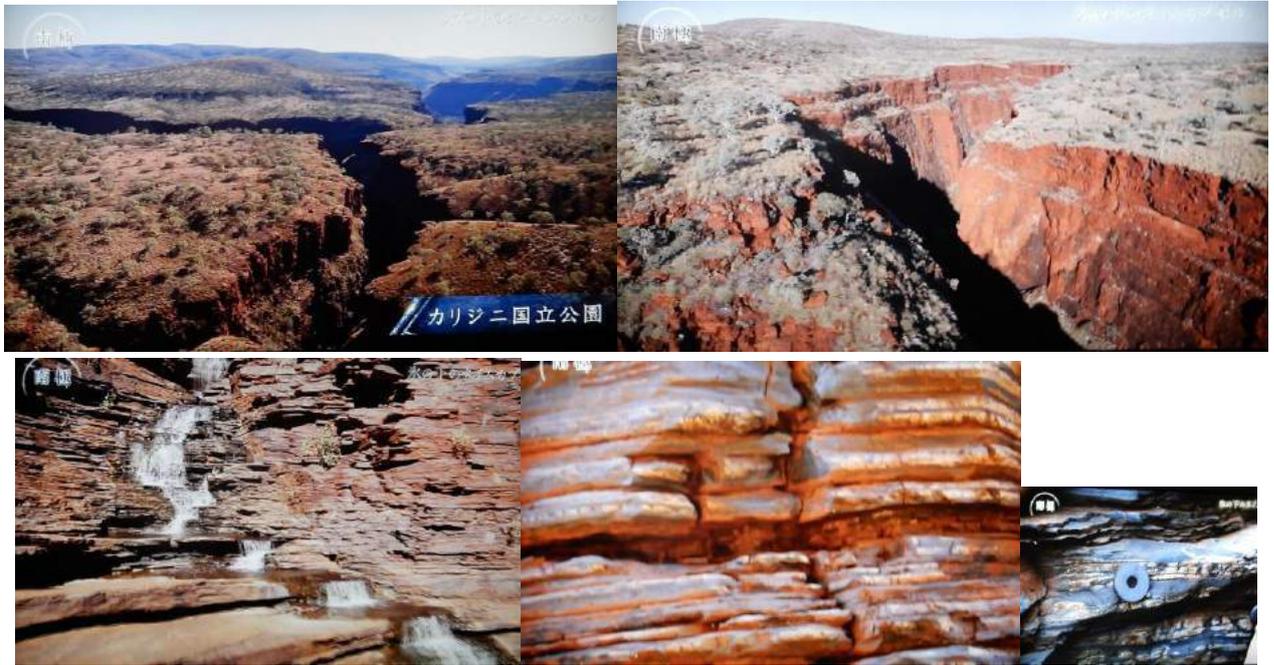
● **湖の表面や水中に浮くシアノバクテリアの集合体 光合成をしながら移動して その域を広げていった**



水中を浮き上がってくるシアノバクテリアの集合体 酸素の泡を抱いているのが見える

アンターセー湖の氷の表面にいくつも見られる湖底から浮き上がったシアノバクテリアの集合体
自らが作った酸素の気泡を抱き、その浮力で水中を漂い、やがて、氷の中に取り込まれ、
氷の表面に顔を出し、この南極各地に広がっていったのだろう。

● シアノバクテリアが作ったオーストラリアの縞状鉄鉱床 かつては海底だった



● まとめ 南極アンターセー湖に広がる 35 億年前 原始の地球 そっくり
初めて酸素を作り、地球生物の大きな進化の歴史の基を作った原始生物シアノバクテリアの絶景



微生物の原始の世界から、今私たちがいる現在の地球へ大きな進化の歴史をスタートさせたのが、酸素を作ったシアノバクテリアである。

35 億年前 原始微生物の世界の中で、光合成をおこない、酸素を生み出し、その後植物の中に入り込み葉緑体となったシアノバクテリア。現在の植物はシアノバクテリアが変化した姿である。

一方 シアノバクテリアが生み出した豊富な酸素により、大きなエネルギーを得た動物の進化のスピードは急速となり、現在その頂点にいるのが私たち人間である。

微生物の原始の世界から私たちが住む現在の地球へ 大きな進化の原点を作り出したのが、シアノバクテリア。その 35 億年前のシアノバクテリアの生態系の絶景が南極の厚い氷におおわれた湖「アンターセー湖」に広がっている。

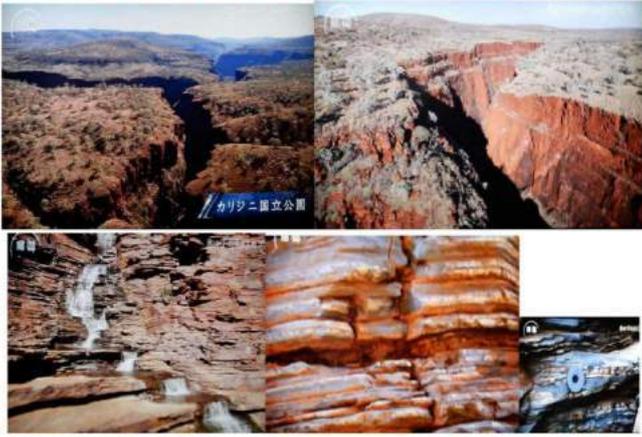
なお 写真はすべて [BS プレミアム] 南極 氷の下のタイムカプセルの映像から切り出し、番組のストーリーが紹介できるように構成しましたが、番組ではよくわかる点多々あり、インターネットで見つけたアンターセー湖解明の先駆者に日本の女性冒険家で、極地研の研究者である田邊優貴子さんの

「南極の凍った湖に潜って 原始地球の生態系を追う」のルポ記事を補足に使わせていただきました。

<http://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/web/15/423715/051300002/>

2018.3.10. 補足修正 by Mutsu Nakanishi

● シアノバクテリアが作ったオーストラリアの縞状鉄鉱床



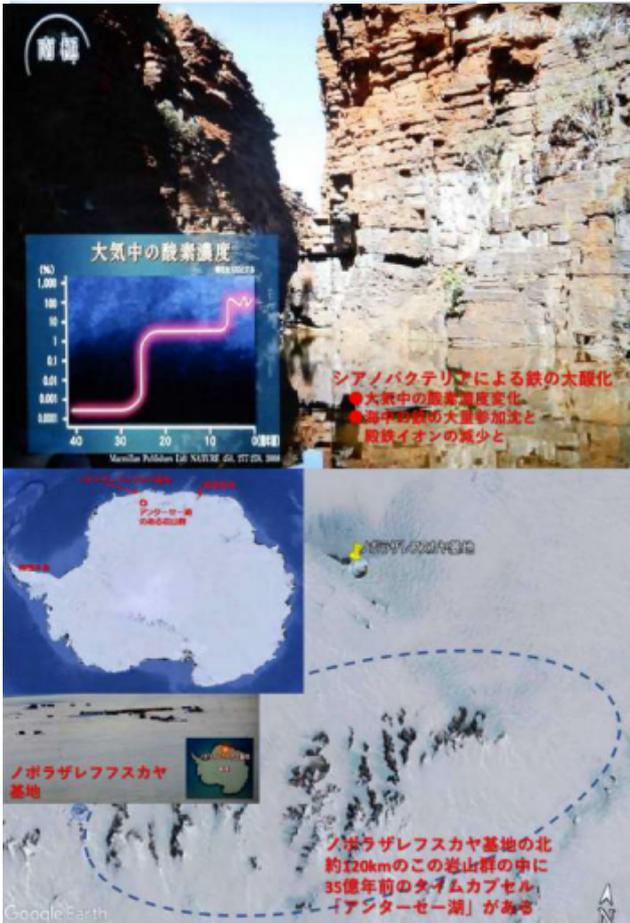
<http://www.infokkna.com/ironroad/2018htm/iron14/1803cyanobacteria.pdf>

南極の湖に35億年前の世界があった。ここは宇宙？ 湖の底にある原始の地球撮影

35億年前光合成で大気中の酸素を作り始めたシアノバクテリアが今もひっそり酸素を作り続けている。酸素が生まれた瞬間もくっきりと。また、このシアノバクテリアの死骸が堆積して、現在の鉄鋼を支える縞状鉄鉱床を作り上げた。



林立する「こぶ」はシアノバクテリアの集合体 表面の密集した毛状のところから、酸素の泡が出ている
35億年前の原始の生態系が現在も生き続けているという
こんな不思議な世界が南極の厚さ4m も氷に覆われた極寒の湖の底にある



2. 人工鉄の起源探求 愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ聴講記録より

ヒッタイトが人工鉄を作ったとの長年の常識が最近の日本の発掘調査隊の発掘調査の成果から、西アジアの人工鉄出現はヒッタイト以前に遡る。また、愛媛大村上恭通教授は ユーラシア大陸諸国との共同発掘調査プロジェクト「人工鉄の起源・人工鉄・製鉄技術のユーラシア大陸東遷の道探求」の成果からまだ定説とはなっていないが「人工鉄は青銅器時代西アジア地中海沿岸の銅生産地で銅生産の副産物として生まれた」との説を発表

2.1. 製鉄起源に 新たな説鉄の歴史に一石 ヒッタイト起源に異説か!!

2019.3.25. 朝日新聞1面トップニュース

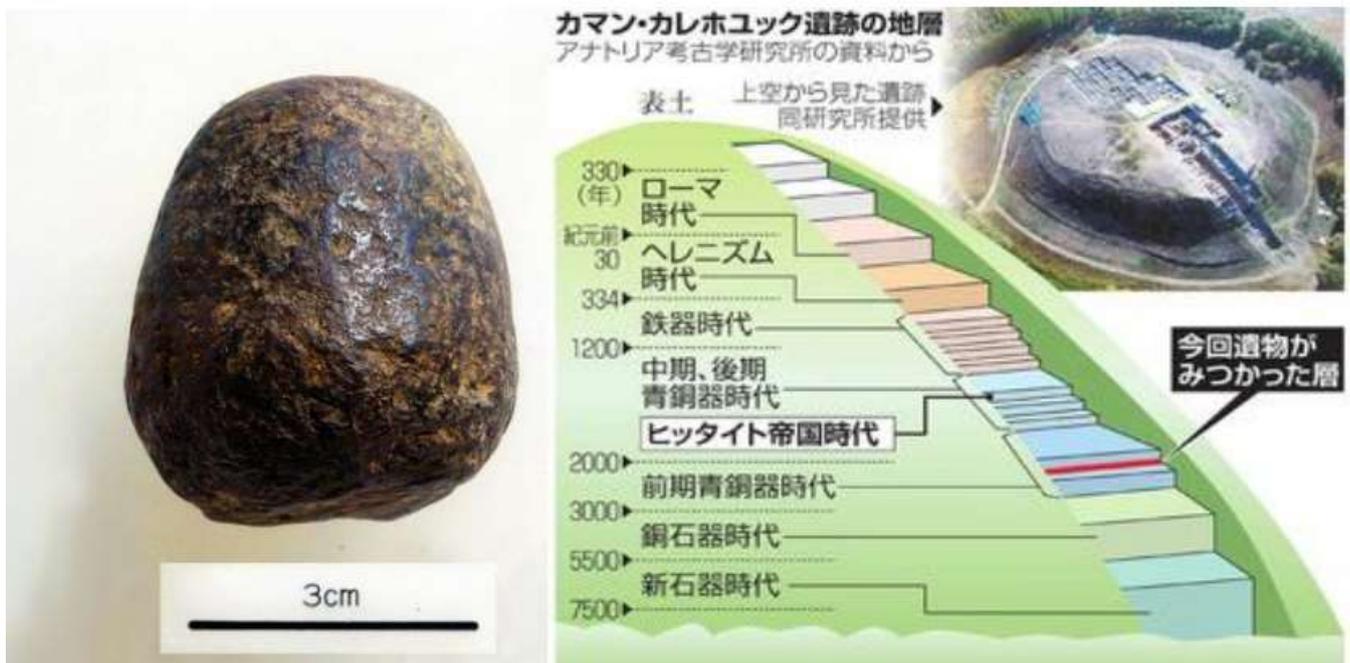
トルコ アナトリア高原 通説「ヒッタイトの地」カマン・カレホック遺跡で
世界最古の鉄遺物出土見つかった



カマン・カレホック遺跡で世界最古級の製鉄関連の遺物出土。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

【PDFfile】 <http://www.infokkna.com/ironroad/2019htm/2019iron/19iron03.pdf>

【概要】



人類史上「最大の発明」の一つとされる製鉄の歴史が変わるかもしれない。

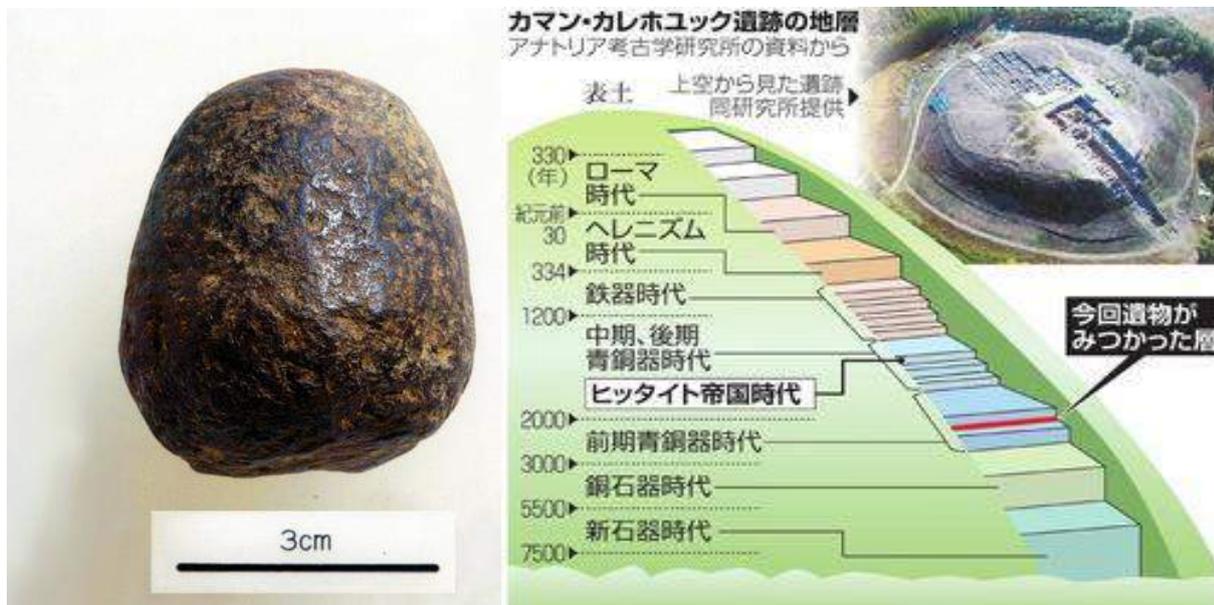
古代オリエント世界でエジプト新王国と勢力を二分したヒッタイト帝国。その中心部だったトルコ・アナトリア地方の古代遺跡で、日本の調査団が製鉄関連の最古級の遺物を見つけた。見つかったのは、酸化鉄を多く含む分銅形をした直径約3センチの塊。トルコのカマン・カレホック遺跡で1986年から調査を続けている「中近東文化センターアナトリア考古学研究所」（大村幸弘所長）が、2017年9月、紀元前2250～同2500年の地層から発見した。

人工鉄の起源について 何度か愛媛大の国際シンポを中心にご紹介してきましたが、その中でも紹介してきた大村幸弘氏を中心とする日本の発掘調査団が トルコ カマン・カレホック遺跡 で発見したヒッタイト以前の人工鉄が「ヒッタイト起源に異説か」と題して2019.3.25.朝日新聞にレビュー紹介されていたのでご紹介。

製鉄起源に新たな説 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」から最古の鉄遺物出土

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



カマン・カレホ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

人類史上「最大の発明」の一つとされる製鉄の歴史が変わるかもしれない。

古代オリエント世界でエジプト新王国と勢力を二分したヒッタイト帝国。その中心部だったトルコ・アナトリア地方の古代遺跡で、日本の調査団が製鉄関連の最古級の遺物を見つけた。



カマン・カレホック遺跡で新たに見つかった焼土層(赤茶色の部分)を見る大村幸弘さん。

紀元前2250～同2500年のもので、この直上の層から最古級の製鉄関連の遺物が出土した＝2017年8月、

のが通説だが、塊をぶんせきしたところ、地元産ではないという結果が出たため、他の地方から持ち込まれた可能性があるともみている。

見つかったのは、酸化鉄を多く含む分銅形をした直径約3センチの塊。トルコのカマン・カレホック遺跡で1986年から調査を続けている「中近東文化センターアナトリア考古学研究所」(大村幸弘(さちひろ)所長)が、2017年9月、紀元前2250～同2500年の地層から発見した。

遺跡は、「鉄と軽戦車」を武器に古代オリエント世界で栄えたヒッタイト帝国(紀元前1200～同1400年)の中心部に位置する。帝国は先住民が発明した「最新技術」の製鉄を独占して軍事勢を得たとされる。

だが、帝国が減ぶと製鉄技術は周辺各国に急速に普及。鉄器時代へと向かう転換点になった。

■最古級、どこから

大村所長によると、出土した塊は製鉄の歴史の中で、最古級のものと思われる。製鉄はアナトリア地方で生まれたという

はやぶさの技術

初期の鉄製品には宇宙起源の鉄隕石（いんせき）を加工したものもあるため、分析は惑星探査に詳しい松井孝典・東大名誉教授（比較惑星学）らに依頼。探査機「はやぶさ」が2010年に小惑星「イトカワ」から持ち帰った微粒子を輪切りにして調べた、世界最先端の微細加工や精密分析の技術が応用された。

塊を形作る直径約0・1ミリの鉄の化合物の粒子の断面を調べたところ、鉄隕石とは組成が異なっていた。人為的な加熱をした際に特徴的に現れる同心円状の組成分布がみられ、この塊は人間が火を使って鉄鉱石から作り出したものと確認された。

一方、塊にわずかに含まれる鉛の組成を調べたところ、鉱床ごとに個別の値を示す「同位体」の比率が、地元で広範囲に産出される鉄鉱石とは異なることが判明した。

松井名誉教授は、これらの結果から「塊は鉄鉱石から中間段階まで加工した『半製品』で、誰かが遠方から持ち込んだのではないかとみている。

■異文化集団の跡

同様の塊は複数出土しており、その地層は地表から約12メートル下で見つかった厚さ1メートルの焼土層の直上だった。塊と同じ地層から出た建物跡は、焼けた土を掘り込んで木材を並べた基礎の上に、泥で壁を作っていた。日干しれんがが主体のこの地区の建築とは異なる様式だった。

大村所長は「そこにあった古代都市が大規模に破壊され、焼け跡の上に北方から来た異文化集団が移り住んだことを示す」と説明。この時、初期の製鉄技術が同時にもたらされたのではないかとという。

「他地域の鉄鉱石との比較も進め、製鉄が生み出された場所や、アナトリアが鉄器時代の到来に果たした役割の重要さの双方をさらに解明したい」と語る。

今回の研究結果は25日、学習院大学（東京）で開かれる発表会で公表される。

■常識に修正提起

メソポタミア考古学教育研究所の小泉龍人代表（西アジア考古学）の話

最先端技術の応用で、欧米の権威らが打ち立てた「世界史の常識」に修正を提起した、インパクトの大きな極めて重要な発見と言える。

鉄鉱石の原産地の特定と、アナトリアで製鉄がどう普及・発展したかの解明が今後の課題となる。

焼土層を残した侵略行為の主を特定するには、さらに慎重に各地の知見を積み重ねる必要がある。

■ 記事に添付された Photo (配置整理) <https://www.asahi.com/articles/photo/AS20190324001580.html>より



カマン・カレホック遺跡で新たに見つかった紀元前2250～同2500年の焼土層(赤茶色の部分)を見る大村幸弘さん。

この直上の層から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出土した=2017年8月、トルコ・アナトリア地方



上空から眺めたカマン・カレホック遺跡とその地層の垂直分布図



上からみたカマン・カレホユック遺跡の発掘現場と見つかった4千年以上昔の建物跡。一辺10メートルの区画ごとに、地層を水平にはがすように掘り進め、一番深い部位に赤茶けた焼土層が見える。

赤茶けた焼土層を掘り込んで基礎の木材が据えられている。円形の穴は貯蔵などに使われたとみられる = 2017年9月



カマン・カレホユック遺跡から出土したすべての遺物を洗浄して整理、乾燥させる作業。

(左) 層位順にすべての出土品を並べることで、時代ごとの微妙な変化を把握できる = 2018年10月

(中・右) 遺跡から出土したすべての遺物を整理・保存しているカマン・カレホユック考古学博物館に設けられた収蔵庫。 = 2017年4月



上空からみた発掘現場のカマン・カレホユック遺跡とその周辺 = 2018年6月

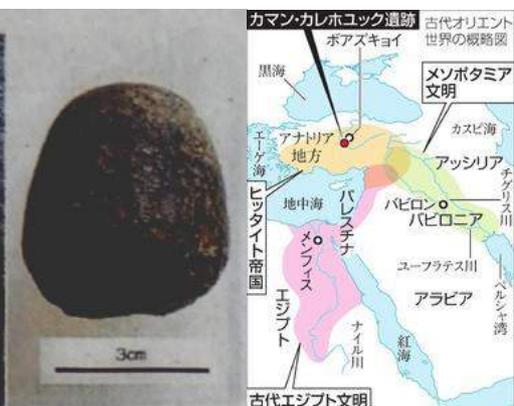


(左) 上空から望んだ発掘現場のカマン・カレホック遺跡(中央の木立に囲まれた部分) = 2018年7月

(右) カマン・カレホック遺跡の近くに建てられたアナトリア考古学研究所(右手前)。

イラク戦争後の混乱を乗り越え、2005年9月に完成した

朝日新聞 3月25日朝刊1面と1面TOP記事 概要



⑤ 新たに見つかった焼土層(赤茶色の部分)を見る大村幸弘さん
⑥ 世界最古級の製鉄関連の遺物。いずれもアナトリア考古学研究所提供

次のページに 朝日新聞 3月25日朝刊1面TOP記事 をそのまま拡大掲載しています
また、末尾に 和鉄の道・Iron 人工鉄・製鉄技術の起源を探る関連掲載記事リスト
を添付しています。



下記 朝日新聞掲載記事は読みやすくするため、横幅を約50%広げていますので、Photo 実寸ではありません

製鉄起源 新たな説

別の地域産と分析

通説「ヒッタイトの地」から遺物

人類史上最大の箱印の一つとされる製鉄の歴史が変わるかもしれない。良オリエント世界でエジプト新王国を勢力を二分したヒッタイト帝国。その中心部だったルコ・アナトリア地方の民遺跡で、日本の調査団が製鉄関連の最古級の遺物を見つけた。

見つけたのは、酸化鉄 層から発見した。遺物は、鉄と軽戦車一径約30cmの塊。トルコの方を武器に古代オリエント世界、カレホック遺跡で、世界最古級のヒッタイト帝国1886年から調査を続け（紀元前1600〜1400年）の中心部に位置する「アナトリア考古学研究所」の調査団が、最新の技術で製鉄を独自に2017年9月、紀元前2000〜1800年の地層から発見された。だが、帝国が滅びた2000〜1800年の地層から発見された。

と製鉄技術は周辺各国に急速に普及、鉄器時代へと向かう転換点となった。大村所長によると、生じた塊は製鉄の歴史の中で最古級のものである。製鉄はアナトリア地方で生まれたというのが遺跡だが、塊を分析したところ、地層ではないという結果が出たため、他地域から持ち込まれた可能性がある。析の技術が応用された。塊を形作る直径約0.1μmの鉄の粒子の断面を調べたところ、鉄隕石ではなかったと判明した。松井教授は、これらの結果から「塊は鉄石から中間段階まで加工した半製品で、誰かが運んで持ってきたのだ」と推測している。

「世界史の常識」に修正提起

同様の塊は複数出土しており、その地層は地表から約10cm下で見つかった。厚さ1cmの焼土層の直上だ。

今回の研究成果は、学術大会で発表される。

（編集委員 永井晴二）

と製鉄技術は周辺各国に急速に普及、鉄器時代へと向かう転換点となった。大村所長によると、生じた塊は製鉄の歴史の中で最古級のものである。製鉄はアナトリア地方で生まれたというのが遺跡だが、塊を分析したところ、地層ではないという結果が出たため、他地域から持ち込まれた可能性がある。析の技術が応用された。塊を形作る直径約0.1μmの鉄の粒子の断面を調べたところ、鉄隕石ではなかったと判明した。松井教授は、これらの結果から「塊は鉄石から中間段階まで加工した半製品で、誰かが運んで持ってきたのだ」と推測している。

と製鉄技術は周辺各国に急速に普及、鉄器時代へと向かう転換点となった。大村所長によると、生じた塊は製鉄の歴史の中で最古級のものである。製鉄はアナトリア地方で生まれたというのが遺跡だが、塊を分析したところ、地層ではないという結果が出たため、他地域から持ち込まれた可能性がある。析の技術が応用された。塊を形作る直径約0.1μmの鉄の粒子の断面を調べたところ、鉄隕石ではなかったと判明した。松井教授は、これらの結果から「塊は鉄石から中間段階まで加工した半製品で、誰かが運んで持ってきたのだ」と推測している。

2.2. 基調講演 人類が初めて鉄を手にした故地「ヒッタイト」2008.12.15.

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」

日本の調査隊の発掘調査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多数の鉄遺物を発掘
すでに人工鉄の起源はBC20 世紀以前に遡れる

アナトリア研究所長 大村幸弘氏 2008.12.15.

聴講記録「鉄と帝国の歴史」ヒッタイト・中国・大モンゴル 基調講演より

基調講演要旨を下記資料より再収録整理しました

【PDF file】 <http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/2008iron/8iron12.pdf>【Web file】 <http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0812ehime00.htm>

【概要】

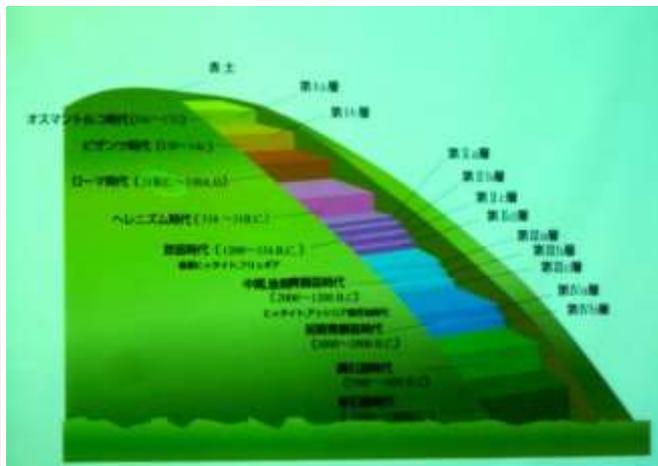
ヒッタイトの故地アナトリア半島の鉄の起源を探るタイムカプセル「カマン・カレホユック遺跡」。10000 年もの人の痕跡が整然と積層して遺丘として残っている。

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

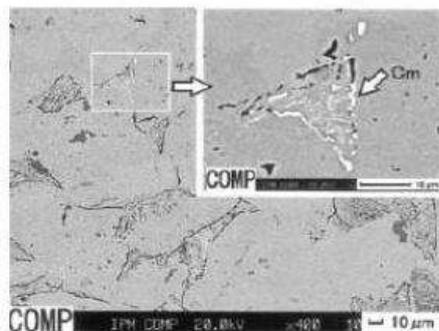
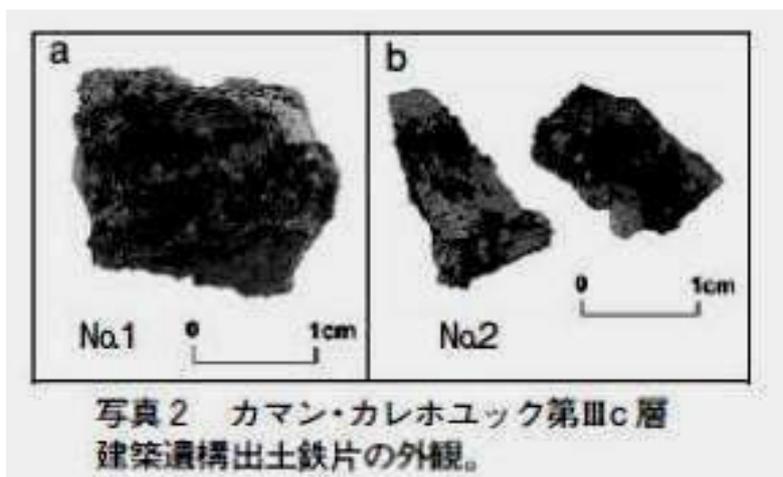
トルコ カマン・カレホユック遺跡の発掘で人工鉄の起源は少なくともヒッタイト以前にまで遡れる。

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。

「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・カレホユック遺跡」です。



トルコ・アナトリア半島 カマン・カレホユック遺跡

写真3 カマン・カレホユック遺跡第IIIc層出土Na1鉄片のEPMAによる組成像(COMP)。Cmはセメンタイト(Fe₃C)。写真右上は枠内部を拡大。

カマン・カレホユック遺跡の遺丘 BC19 世紀の層から出土した ヒッタイトの「鋼」

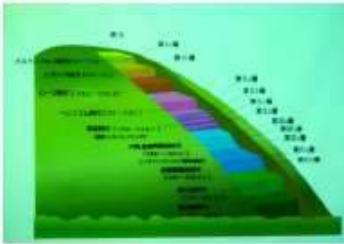
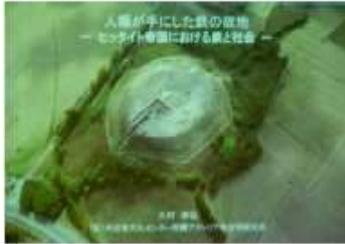
- 各年度ごとの発掘調査の詳細は下記アナトリア研究所 home page に掲載されています

【PDF file】http://www.jiaa-kaman.org/jp/excavation_kl_33.html 2020.2.22.中西チェック済

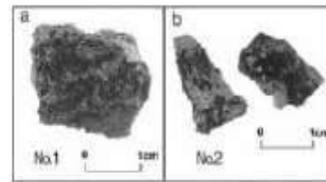
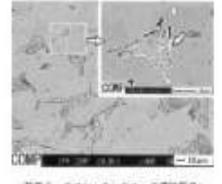
愛媛大学東アジア古代鉄文化センター 第6回国際シンポジウム「鉄と帝国の歴史」

2.2. 基調講演 人類が初めて鉄を手にした故地アナトリア半島「ヒッタイト」
アナトリア研究所長 大村幸弘氏 2008.12.15.

聴講記録「鉄と帝国の歴史」 ヒッタイト・中国・大モンゴル 基調講演より



トルコ・アナトリア半島 カマン・カレホユック遺跡

写真2 カマン・カレホユック第IIIc層
建築遺構出土鉄片の外観。写真3 カマン・カレホユック遺跡第IIIc層出土鉄片のEPMAによる組成像 (COMPT)。Cmはセマンタイト (Fe₃O₄)。写真は上は断内層を拡大。

BC19世紀の層から出土したヒッタイトの「鋼」

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世紀頃というのが通説。

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」の発掘調査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世紀以前まで)遡れることやその「鉄」が「良質の鉄・鋼」であることがわかってきた。

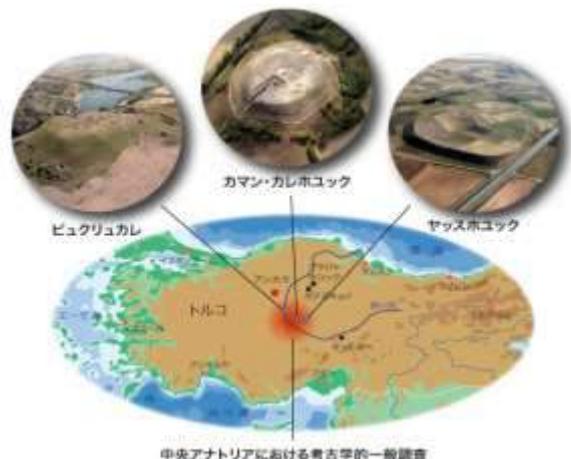
そんな「鉄の起源」を探る 1万年の歴史が整然と堆積して詰まっているのが「カマン・カレホユック遺跡」である。

2008.11.29.

中近東文化センター附属アナトリア研究所長 大村幸弘氏基調講演より



ヒッタイト帝国時代のオリエント

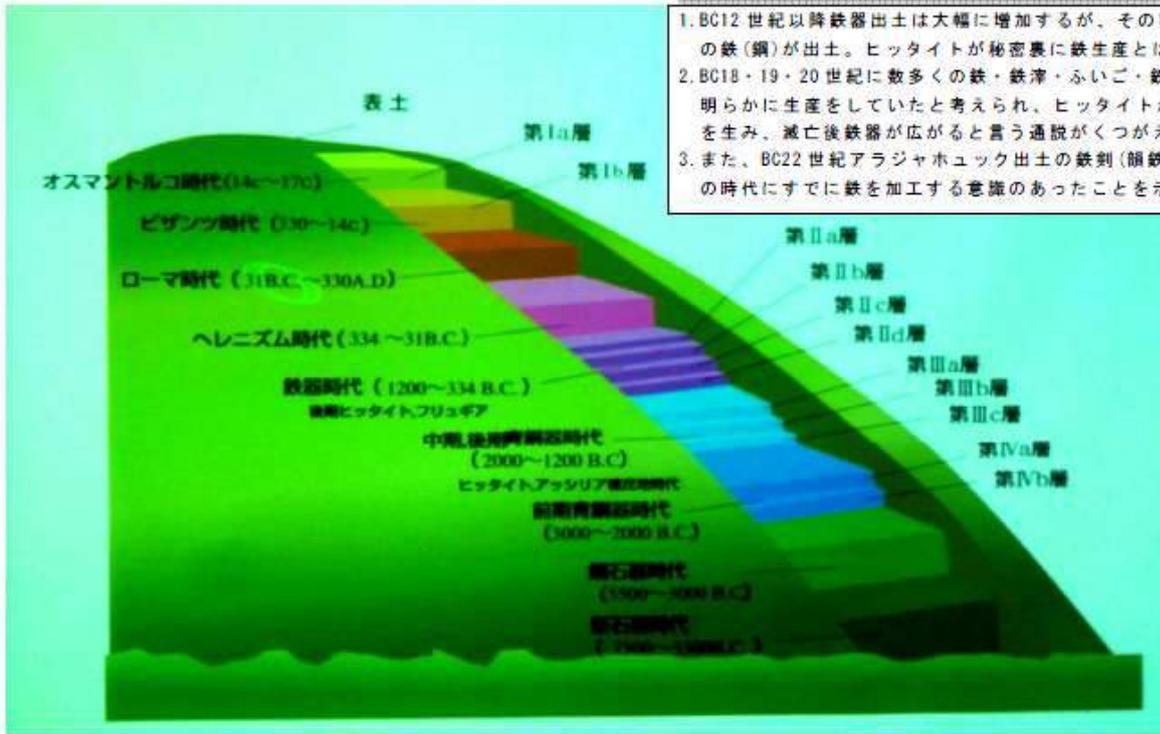


中央アナトリアにおける考古学的一般調査

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伸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重要な遺跡。

この地が攻め滅ぼされ、支配者が代わるたびに街を焼き払い、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。

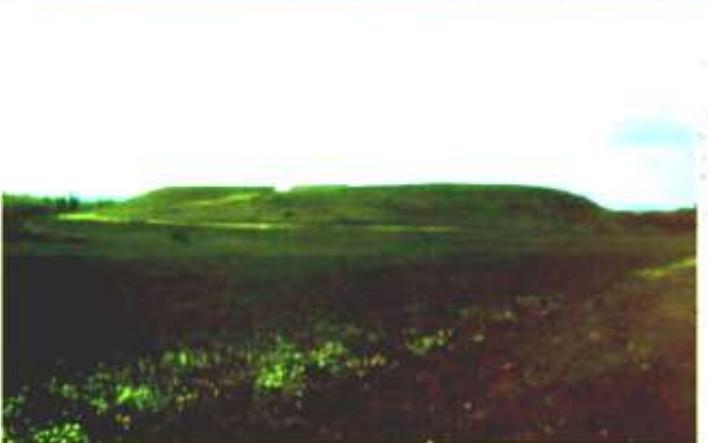
中近東文化センターは 1986 年から 2008 年まで 20 回を超える発掘調査で、4 文化層(第 1 層オスマントルコ時代 第 2 層鉄器時代 第三層 中・後期青銅器時代 第 4 層 前期青銅器時代 さらにその下の銅石器次代の層まで発掘がすすんでいる。)



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つがる。
3. また、BC22 世紀アラジャホック出土の鉄剣(鋼鉄)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」がでてくる

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	



ヒッタイト帝国時代のオリент

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鉄片

岩手県立博物館だより No.106 赤沼秀男 最古の鉄片の検出とその意味より

[PDF file] <http://www2.pref.iwate.jp/~hp0910/tayori/106p2.pdf>

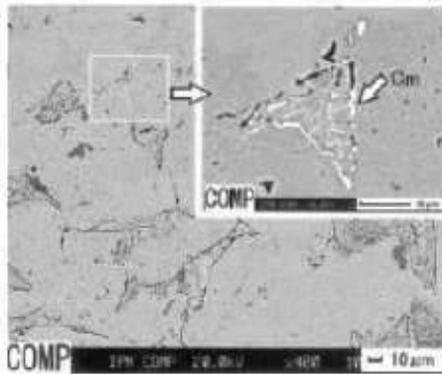
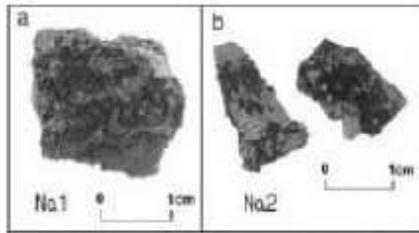


写真3 カマン・カレホック遺跡第IIIc層出土No.1鉄片のEPMAによる組成像 (COMP)。Cmはセメンタイト (Fe₃C)。写真右上は枠内部を拡大。

写真3

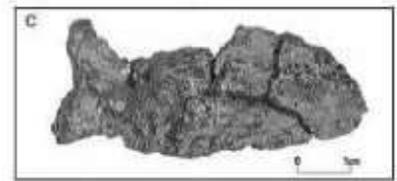
No.1から抽出した試料のエレクトロン・プローブ・マイクロアナライザー (EPMA)による組成像 (COMP) 微細な線状結晶 (Cm) が層状に並び、島状領域を形成した組織が観察される。

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、国宝稲荷山鉄剣抽出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。

No.2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。



キュルテペ・カールム 1b層出土鉄片の外観。

キュルテペ [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。



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

ボアズギョイ粘土板文書のひとつキズワトナ文書の解説と「鉄」に関する記述

ヒッタイト帝国の王ハットウシリ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ありますが、良質の鉄はキズワトナの
 21 私の倉庫でさらしております。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握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説文書の要綱 シンポジウム 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?
 (岩手県立博物館だより No.106 赤沼秀男 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 首都ボアズギョイから30kmのアラジャホック

1. 粘土板の記述 焼き耐ちにあわず。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「アラジャホック」
 焼き耐ちにあわず。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



アラジャホック遺跡



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



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ルを驚かした

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郷がみつかった
 鉄の起源は少なくとも 19世紀にさかのぼれ、ヒッタイトの遺跡は「鋼」の製造

愛媛大学東アジア古代文化研究センター「鉄と帝国の歴史」シンポジウムより



ボアズギョイの村とハットウシャの遺跡

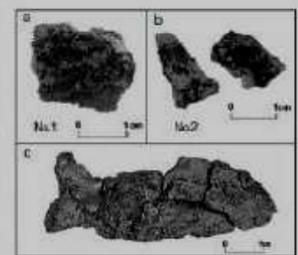
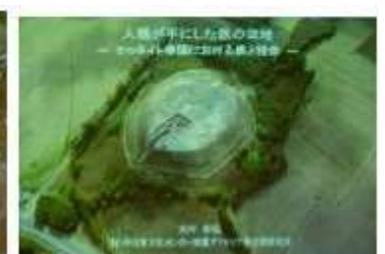


写真2 カマン・カレホック遺跡の層
 建築遺構およびキュルテペ・カールム
 10層出土鉄片の分類

世界最古の人工鉄
 材質は「鋼」 BC19世紀



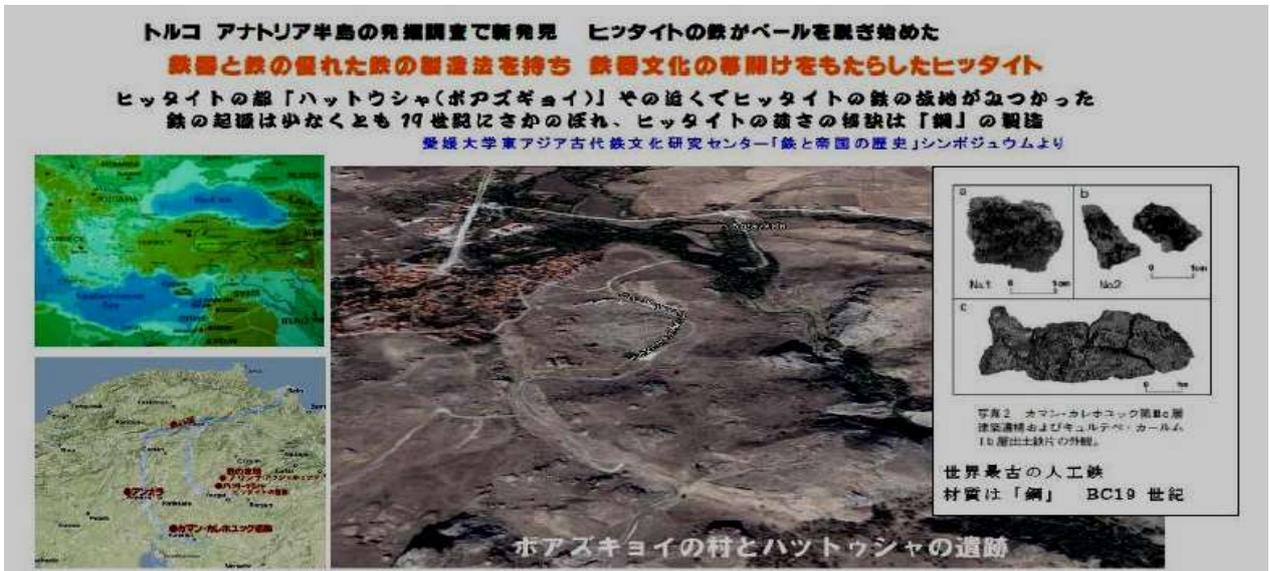
「アラジャホック」遺跡(大村幸弘氏が特定した ヒッタイトの製鉄の中心地「アリンナ」) カマン・カレホック遺跡

人類が初めて鉄を手にした「ヒッタイト」について、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・カレホユック遺跡」の存在。

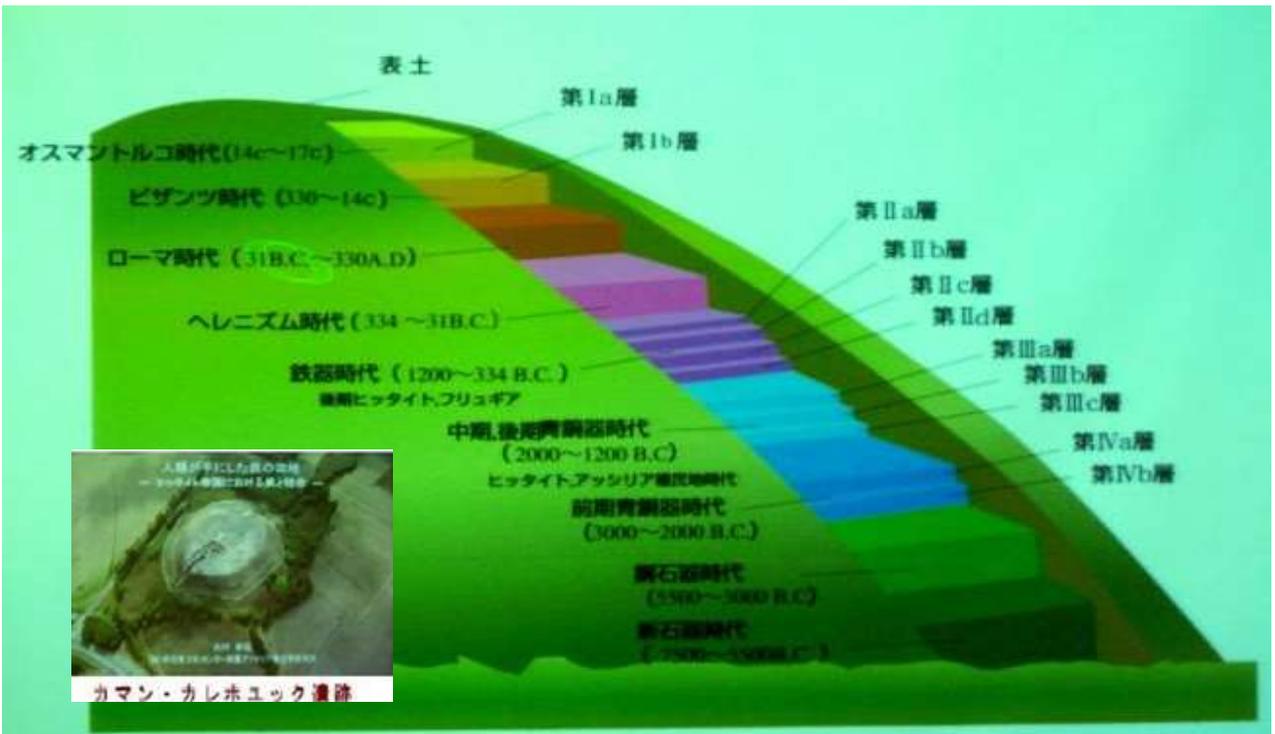
10000年もの人の痕跡が整然と積層して遺丘として残っているなんて・・・・・・・・・・

このタイムカプセルを一つ一つ丹念にはがしてすでに人工鉄の起源は BC20 世紀以前に遡れ、鉄の起源に迫って行けると聞いた。

「推論をたてて、惑わされること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は技術屋や工学・科学が大事にしてきた手法そのもので、本当に同感です。



ヒッタイトの鉄の故地 カマン・カレホユック遺跡 1万年に及ぶ時代積層タイムカプセルの遺丘



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」がでてくる

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・石器器時代	BC55~BC30世紀	

2. 3. 「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。

[PDF file] <http://www.infokkna.com/ironroad/2010htm/2010iron/10iron09.pdf>

ヒッタイト 鉄の謎に挑む

アンカラから南東に50キロ。の街があったことが発掘調査で明らかになった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。

通説揺らぐ発見も

日本の研究機関、トルコで発掘25年

アンカラから南東に50キロ。の街があったことが発掘調査で明らかになった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。

アンカラから南東に50キロ。の街があったことが発掘調査で明らかになった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。

アンカラから南東に50キロ。の街があったことが発掘調査で明らかになった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。この遺跡にはヒッタイトの製鉄炉があったことがわかった。

中近東文化センターは1985年、トルコ中部のカマン・カレホック遺跡で調査を始め、現在は現地にアナトリア考古学研究所を設立。昨年からヒッタイトの遺跡で本格的な発掘を始めた。今年7月にはカマン・カレホック考古学博物館が開館し、トルコ政府が招いた報道陣に公開された。日本政府の途上国援助（ODA）を含む総事業費は約5億円。ヒッタイトの謎を長期的に探究する体制が整った。

「やがて鉄をめぐる秘密のベールがはがされていくはずだ。大村幸弘所長は、その力を込める。調査の進展次第で、鉄を駆使して帝国を築き上げたヒッタイトの姿像に迫れるからだ。それは、人類が飛躍を遂げる原動力となった製鉄技術の伝播過程の解明につながる。

従来、鉄の使用はヒッタイトから始まるとされてきた。今、その通説は揺らいでいる。より古い鉄の遺物が見つかり始めているのだ。

近年カマン・カレホック遺跡でも鉄器が見つかった。紀元前21世紀前後、ヒッタイトが栄える前の前期青銅器時代のもの可能性がある。ならば、鉄を初めて使ったのはヒッタイトより前にいた民族なのか。それともヒッタイトに連なる民族なのか。同研究所は、よりはっきりとした製鉄関連遺構を探る意向だ。

人類が鉄の時代に入ったきっかけを謎に包まれている。紀元前1200年ごろ、鉄を産出したヒッタイト帝国が崩壊し、製鉄技術が各地にあふれ出したとされる。だが、背景がわからない。従来、ヒッタイト滅亡のひきかねは「海の民」の侵襲とされてきた。しかし、根拠は古代エジプトの碑文の記述だ。彼らの侵襲を示す考古学的な形跡もない。

ドイツの考古学者アンドレアス・シヤハハオーさんは「海の民」説は否定されつつある。影響があったとしても一部だっただろう。政治的な反乱か、気候の変化か、あるいはその両方ではないか。疫病の流行も指摘されている。帝国滅亡には複合的な原因があったのかもしれない。

大村所長は「ヒッタイトは互いに補充する遺跡だ。ここから帝国滅亡の原因や鉄の拡散過程が見えてくるかもしれない。滅亡期の製鉄の炉床を見つけられれば、周辺地域の遺構との比較検討もできる」と話している。

- 参考資料 1. 大村 幸弘 鉄を生みだした帝国—ヒッタイト発掘 (NHK ブックス 391)
- 2. 大村 幸弘 アナトリア発掘記 ~カマン・カレホック遺跡の二十年 (NHK ブックス)

- 和鉄の道 1. 日本のたたら製鉄の源流を考える
<http://buffalonas.com/mutsu/www/dock/iron/8iron02.pdf>
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???
- 2. 「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
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「鉄と帝国の歴史」 聴講記録
<http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron12.pdf>

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

ヒッタイトの故地 アナトリア高原（現トルコ）で発掘調査を進める大村 幸弘氏の話
以前に愛媛大学でのシンポジウムで聴講

「初めて人工鉄器を実用化したのが、アナトリア高原（現トルコ）に君臨したヒッタイトといわれてきましたが、最近の現地発掘調査で鉄器の出現がヒッタイトが台頭する以前の紀元前21世紀に遡る」

とお聞きし、「ヒッタイトの鉄の謎が日本人研究者たちの発掘で解き明かされる」と胸わくわくで、その後どうなったのか 気になっていましたが、今朝 届けられた朝日新聞の朝刊に現地で「鉄の帝国」の謎に挑む日本の研究者の発掘現場を訪れた記事「ヒッタイトの鉄の謎に挑む」の記事が掲載されていました。

鉄の帝国 ヒッタイトの謎 鉄のロマンを掻き立てる記事 ご参考に掲載



2010. 8. 7. Mutsu Nakanishi

- 参考資料 1. 大村 幸弘 鉄を生みだした帝国—ヒッタイト発掘 (NHK ブックス 391)
2. 大村 幸弘 アナトリア発掘記 ~カマン・カレホユック遺跡の二十年 (NHK ブックス)
- 和鉄の道 1. 日本のたたら製鉄の源流を考える <http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron02.pdf>
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???
2. 「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
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「鉄と帝国の歴史」 聴講記録
<http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron12.pdf>

■ 今年の夏は出雲田儀川沿いに点在する田儀桜井家の製鉄遺跡群と神戸川水系の朝日たたら跡を訪ねたいと計画しましたが、まだ計画倒れで実現できていません。この地域へは足を踏み入れたことがなく、是非一度訪れたいとおもっています。

■ 「発掘された日本列島 2010」の本を手に入れて最近の製鉄遺跡の発掘状況を見る。

● 福島県の太平洋沿岸相馬地方 古代の行方金沢製鉄遺跡群の南 横大道遺跡で大規模な官営製鉄工房跡が出土したという。この地方が 古代対蝦夷の拠点として、武器製造をになう大製鉄コンビナートの広がり
が本当に大きいようだ。

● 昨年淡路島で出土した弥生時代後期後半 卑弥呼の時代の大きな鍛冶村 垣内遺跡では その後の調査で 鉄器製造跡と考えられる竪穴建物が 17 棟に達することが明らかになり、数多くの鉄片切や炉跡と考えられる赤茶けた焼土部が出土しているが、不思議なことに鞆羽口は見つからないという。

■ また、新聞報道によると 淡路島 弥生時代後期後半の大きな鍛冶村 垣内遺跡で 出土した大型鉄素材は朝鮮半島製の可能性が高いという。

不明な羽口の代替として 手に入れやすい蓮の茎や竹が羽口として充分機能
することが、8月に実施された鍛冶炉復元実験で 明らかになったという。

(2010.8.27. 読売・神戸新聞ほか)

この大規模な鍛冶工房が弥生から古墳時代への変遷に

どんな役割を演じたのか 興味津々であるが、調査はまだ これからのようだ。



今日の朝顔 2010.8.7. 朝

朝 庭に咲く朝顔を眺めるのが楽しみ

ヒッタイト 鉄の謎に挑む

通説揺らぐ発見も

鉄を武器にアナトリア（現在のトルコ）に強勢を誇ったヒッタイト。文明の発展に大きな貢献をした「鉄」を、彼らはいっ手にしたのか。製鉄技術はどのように世界に広がったのか。「鉄の帝国」の謎に挑む日本の研究者の発掘現場を訪れた。

（編集委員・中村俊介）



険しい岩山に築かれたヒュクリュカレ遺跡の城壁



カマン・カレホユック遺跡近くの開館した考古学博物館。遺跡を模した丘のようなデザインだ＝いずれも中村写す

日本の研究機関、トルコで発掘25年

アンカラから南東に65キロ。岩山の上にヒッタイト帝国期（紀元前1400〜同1200年ごろ）のヒュクリュカレ遺跡はある。険しい斜面に石の壁が顔をのぞかせる。高さ7メートル。巨石の上に巨干しれんがを積んで城壁にしたらしい。周囲には数百メートル四方

の街があったことが磁気探査でわかっている。「この遺跡にヒッタイトの製鉄炉があってもおかしくない。付近には鉄鉱石が転がっているし、鹿の骨もある。鹿がいたということは、燃料の木々も豊富だったということだ」。中近東文化センター

（東京）の付属機関、アナトリア考古学研究所の松村公仁研究員はいう。焼かれて変色したれんががあった。大火災の痕跡らしい。帝国を滅亡に追い込んだ戦いの遺物が出るかもしれない、という期待を抱かせる。

中近東文化センターは1985年、トルコ中部のカマン・カレホユック遺跡で調査を始め、98年には現地にアナトリア考古学研究所を設立。昨年からヒュクリュカレ遺跡で本格的な発掘を始めた。今年7月にはカマン・カレホユック考古学博物館が開館し、トルコ政府が招いた報道陣に公開された。日本政府の途上国援助（ODA）を含む総事業費は約5億円。ヒッタイトの謎を長期的に探究する体制が整った。

「わがて鉄をめぐる秘密のベールがはがされていくはずだ」。大村幸弘所長は、その力を込める。調査の進展次第で、鉄を駆使して帝国を築き上げたヒッタイトの表像に迫れるからだ。それは、人類が飛躍を遂げる原動力となった製鉄技術の伝播過程の解明につながる。

従来、鉄の使用はヒッタイトから始まると思われてきた。今、その通説は揺らいでいる。より古い鉄の遺物が見つかり始めているのだ。

近年カマン・カレホユック遺跡でも鉄器が見つかった。紀元前21世紀前後、ヒッタイトが栄える前の前期青銅器時代のもの可能性がある。ならば、鉄を初めて使ったのはヒッタイトより前にいた民族

なにか。それともヒッタイトに連なる民族なのか。同研究所は、よりはっきりとした製鉄関連遺構を探そう。

人類が鉄の時代に入ったきっかけも謎に包まれている。紀元前1200年ごろ、鉄を独占してきたヒッタイト帝国が崩壊し、製鉄技術が各地にあふれ出したとされる。だが、背景がわからない。

従来、ヒッタイト滅亡のひきがねは「海の民」の侵攻とされてきた。しかし、根拠は古代エジプトの碑文の記述だけ。「海の民」の正体は不明で、彼らの侵攻を示す考古学的な形跡もない。

ドイツの考古学者アンドレアス・シャハナーさんは「海の民」説は否定されつつある。影響があったとしても一部だっただろう。政治的な反乱か、気候の変化か、あるいはその両方ではないか。疫病の流行も指摘されている。帝国滅亡は複合的な原因だったのかもしれない。

大村所長は「ヒュクリュカレとカマン・カレホユックは互いに補完する遺跡だ。ここから帝国滅亡の原因や鉄の拡散過程が見えてくるかもしれない。滅亡期の製鉄の炉床を見つければ、周辺地域の遺構との比較検討もできる」と話している。

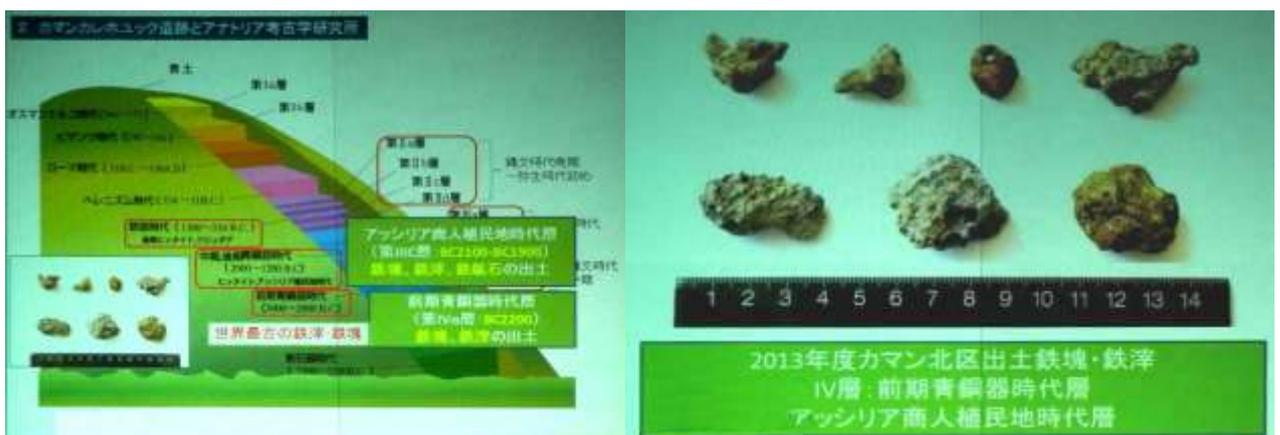
- 参考資料 1. 大村 幸弘 鉄を生みだした帝国—ヒッタイト発掘 (NHK ブックス 391)
- 2. 大村 幸弘 アナトリア発掘記 ~カマン・カレホユック遺跡の二十年 (NHK ブックス)
- 和鉄の道 1. 日本のたたら製鉄の源流を考える <http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron02.pdf>
ヒッタイト・ツタンカーメンの鉄 そして 四川をつなぐ西南シルクロードがたたら源流???
- 2. 「人類が初めて手にした鉄の故地 ヒッタイト」 基調講演 アナトリア研究所長 大村 幸弘氏
愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センター 国際シンポジウム「鉄と帝国の歴史」 聴講記録
<http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron12.pdf>

2.4. 愛媛大学村上恭通教授らは これらの「鉄滓」と「小鉄塊」について 鉄を含む鉄銅鉱石の鉱滓から抽出されたのではないかと の反説を報告 2014.7.19.



2014.7.19. 大阪府立弥生博物館で開催された愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」研究報告会を聴講して記録

カマン・カレホック遺跡で発掘されたヒッタイト以前の世界最古の「鉄滓」と「小鉄塊」



「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. より

[PDF file] <http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf> より抜き出し整理

【概 要】

青銅器時代にどんな方法で作られたのか？ 注目の的だったこの鉄滓と鉄塊

発掘にかかわった愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター村上恭通教授は 2014.7.19. 大阪府立弥生博物館で開催された愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」研究報告会で、「これらの鉄滓と小鉄塊は鉄を含む銅鉱石の鉱滓から抽出された可能性が一番近い」との報告があった

話を聞いて、はっと気が付いた。昔勉強した銅と鉄の二相分離と金属状態図がすぐに頭に浮かんできた。

銅と鉄は金属の水と油。高温溶融状態では混じりあっているが、温度が少し下がると固相の鉄が溶融銅に浮く二層分離。そしてスラグ(カラミ)となって上層に浮かぶのはよく知られている。(製銅プロセスで出たカラミが磁石で引っ付くこともよく知られている。)

もっとも 青銅器時代に銅と一緒に鉄まで溶ける高温にはできなかったろうが、溶融温度の差なども含め、鉄銅合金を作らず溶融銅と鉄の二層分離してしまう。大きな製銅の反応過程で温度や環境そして原料鉱石の不均質などで、部分的に小さな鉄粒が凝集形成され、スラグ内や銅の表面に取り込まれることはありうるだろうと思う。確かめたことはありませんが、溶接屋の私には鋼材の溶接時の割れの原因として 混じりあわぬ低融点金属としてよく知る銅です。

青銅器時代に出現した鉄滓と鉄。当時隕鉄素材は金よりも貴重である時代 製銅・精銅過程で偶然見つけられた鉄滓・小鉄塊が丹念に集められ、隕鉄素材に代わる人工鉄素材として使われはじめたのか……。

ヒッタイト以前の鉄と 人工鉄の始まりが垣間見えてきました。

でも 遠いようで近い また、近いようで遠い 昔勉強した「銅と鉄」 金属の水と油の一つです。

この項 「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. より

抜き出し整理して作成しました。 2020.2.23. Mutsu Nakanishi

「鉄の話あれこれ」

2.5. 金属にも「水」と「油」がある「銅」と「鉄」の二相分離 2014.8.1.

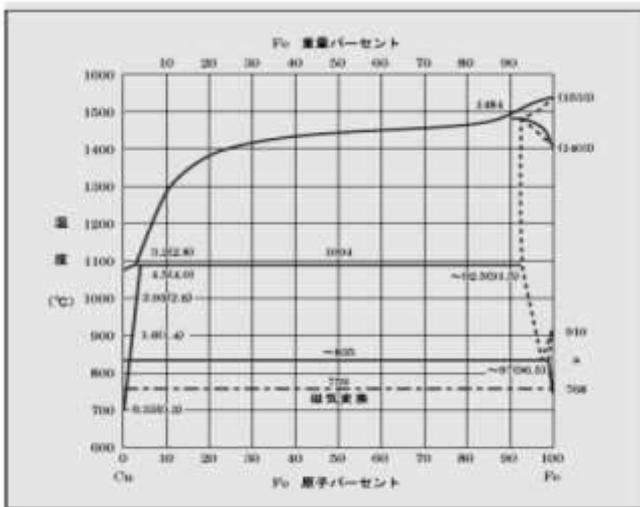
トルコ アナトリア高原のカマンカレホユック遺跡で出とした世界最古の鉄滓・鉄塊
BC19世紀 青銅器時代の最古の人口鉄はこの技術で取り出されたとの仮説が有力に
製銅過程で含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓は こんなプロセスか???

先日大阪弥生博物館での講演会「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」で、
昨年トルコ アナトリア高原のカマンカレホユック遺跡で出とした世界最古の鉄滓・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されたものではないか?」との説が有力との報告を聞いた。

【PDF file】 <http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf>

【 概 要 】

金属の「水と油」製銅プロセスでの「鉄」と「銅」の二層分離技術



Cu-Fe_{2x} 平衡状態図



図 1 銅相と鉄相の二相分離

金属の二層分離技術を使った金属の取り出し法はほかにもいろいろある

◎ 銀の取り出し法として 有名な南蛮吹き

現在も金属分離抽出法の先端技術の一つとして進化を続け、今都市鉱山・スクラップからの銅の取り出しなど
金属や有用レア金属の取り出し法として、脚光を浴びている。

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

BC19世紀 青銅器時代の最古の人工鉄はこの技術で取り出されたとの仮説が有力に

また、都市鉱山 スクラップからの有用金属の取り出し法として現在も先端技術であり続けている

先日大阪弥生博物館での講演会「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」で、
昨年トルコ アナトリア高原のカマンカレホック遺跡で出とした世界最古の
鉄滓・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されたものではないか?」との説が有力との報告を聞いた。



2014. 7. 19. 大阪府立弥生博物館で開催された愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター
「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」 研究報告会で

青銅器時代の人工鉄 トルコ カマンカレホック遺跡で発掘された ヒッタイト以前の世界最古の「鉄滓」と「鉄塊」

「この鉄滓と鉄塊は鉄を含む銅鉱石の鉱滓から抽出されたのでは?」との仮説報告



青銅器時代にどんな方法で作られたのか?
注目の的であったこの鉄滓と鉄塊

2014. 7. 19. 大阪府立弥生博物館で開催された
愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター
研究報告会「古代ユーラシア大陸のアイアン・
ロード」で「この鉄滓・鉄塊は鉄を含む銅鉱石
の鉱滓から抽出された可能性が、一番近い」との
報告があった

青銅器時代にどんな方法で作られたのか、注目の的であったこの鉄滓と鉄塊 2014.7.19.
大阪府立弥生博物館で開催された「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」 愛媛大学 東アジア
古代鉄文化研究センター 研究報告会で「この鉄滓・鉄塊は鉄を含む銅鉱石の鉱滓から抽出され
た可能性が一番近い」との報告があった。

話を聞いていて、はっと気が付いた。

「鉄」と「銅」とは 水と油。溶解状態では お互いにほとんどまじりあわず二層分離を起こす。
このため、鉄含有銅鉱石を酸化溶解すると比重の軽い鉄が上層 下層に銅の二層分離を起こし、上
層の鉄は酸化され、ほかのスラグと共に排出される。

青銅器時代 製銅プロセスの中で、ほかのスラグの中に鉄粒・鉄滓が含まれる可能性は大いにあり
うると...

話を聞いていて 昔勉強した銅と鉄の二相分離と金属状態図がすぐに頭に浮かんできた。

銅と鉄は金属の水と油。溶融すると両者はまじらず、二相に分離して、比重の大きい銅が下に鉄が上に二層分離する。

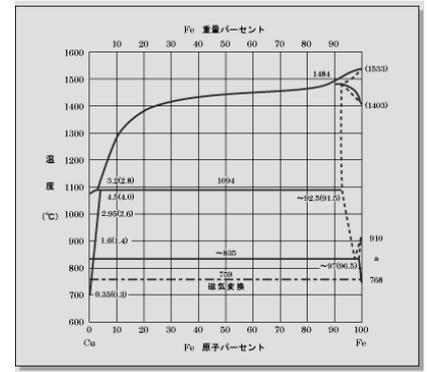
製銅のプロセスの過程で、銅鉱石に含まれた鉄が二層分離してスラグ(カラミ)となつて上層に浮かぶのはよく知られている。

この反応過程で 温度や環境そして原料鉱石の不均質などで、部分的に還元雰囲気形成されると小さな鉄粒が形成され、スラグ内に取り込まれることはありうるのだろう。

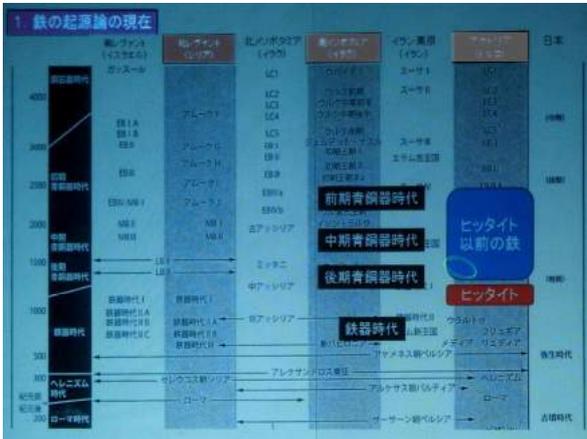
青銅器時代に出現した鉄滓と鉄。 当時隕鉄素材は金よりも貴重な時代 製銅・精銅過程で偶然見つけられた鉄滓・鉄塊が丹念に集められ、隕鉄素材に代わる人工鉄素材として 使われはじめたのか・・・。

ヒッタイト以前の鉄と 人工鉄の始まりが垣間見えてきました。

製銅の技術は一筋縄では行かぬと思ってきましたが、それが、製鐵のルーツにつながっているとの考え方思い至らずです。 考えてみようかと・・・。



Cu-Fe π 平衡状態図



含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓はこんなプロセスか???

鉄を含む銅鉱石を無酸素状態で溶融すると比重の大きい溶銅相と比重の小さい溶鉄相に二層分離することができる。しかし、溶鉄相・溶銅層にはそれぞれ、数パーセントの銅濃度や鉄濃度があり、例えば、溶鉄相中の銅含有量を4%以下にはできない。しかし、ここに炭素(や鉛)と共に溶融すると、各々溶相中の鉄・銅濃度を著しく低減でき、ほぼ鉄・銅分離ができることが知られている。

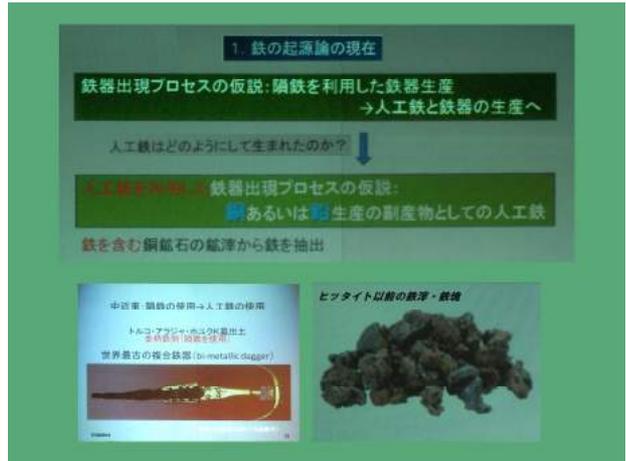
酸化雰囲気中では、上層分離された鉄は酸化され、鉄滓となって溶銅の上に浮くことになる。

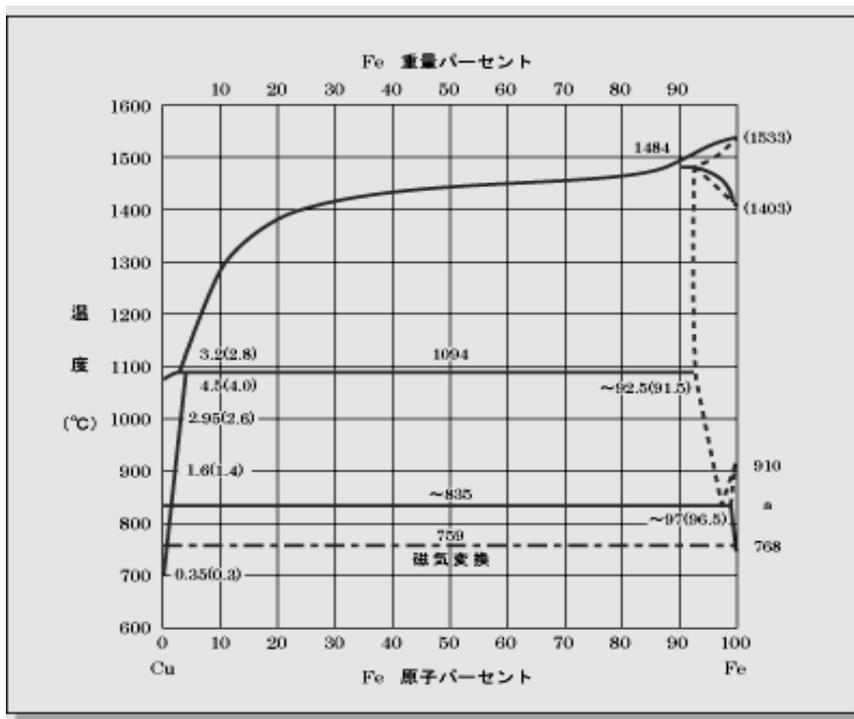
製銅プロセスを考えると原料である銅鉱石は通常 自然銅のほか、鉄を含む鉱石が主であり、木炭を加えた含鉄銅鉱石の溶融酸化反応であり、鉄分はカラミとしてスラグ排出される。ただし、部分的に高温還元雰囲気が形成されている場所では、鉄は酸化されずに鉄粒などとなって、滓中に取り込まれることになる。

この細かい鉄粒を集めて、それを鍛冶技術で不純物を排除して、鉄素材に仕上げることは可能と考えられる。

最初の人工鉄 アナトリア高原 カマンカレホック遺跡で出土した最古の鉄滓・鉄塊はそんなプロセスの中で青銅器時代の中に出現したのであろうか・・・。

また、現在都市鉱山として スクラップからの有用金属取り出し法として、この二層分離技術は先端技術として躍進をつづけている。





Cu-Fe₂π 平衡状態図

金属の「水と油」 製銅プロセスでの「鉄」と「銅」の二層分離技術

金属の「水と油」 お互いにまじりあわぬ金属としてよく知られ、金属分離の重要技術として、用い続けられてきた。

銀の取り出し法として 有名な南蛮吹き

銀を含んだ粗銅と鉛を溶融し急冷して作った合金を加熱し、銅の融点以下で溶け出た含銀鉛を灰の上で加熱すると鉛は灰に吸収され、最後に銀だけが残る。これによって純度の高い精銅を得ると共に、銀を採集する。

現在も金属分離法の先端技術として進化を続け、今都市鉱山・スクラップからの銅などの金属や有用レア金属の取り出し法として、脚光を浴びている。

◆ 現代の先端技術 銅と鉄の溶解分離技術 <1>

銅と鉄の溶解分離技術 岩手大学工学部材料物性工学科 材料学助教授 山口勉功

http://www.ccrd.iwate-u.ac.jp/pc/event/041101/pdf/ma_16.pdf

開発の背景

銅品位の高い含銅鉄スクラップは、銅製錬工程に戻し処理されて、銅が回収されているが、低品位の銅スクラップは本来の銅製錬の効率を低下させる等の問題を生じるため、銅品位が約30%Cu以上のスクラップしか処理できない。

一方、ごみ処理施設やシュレッダーダスト焼却施設から出る焼却灰中の金属残渣等の低品位銅スクラップも今後はかなり発生することが予想され、低品位の銅スクラップをそのまま処理することは効率が悪いので、スクラップの銅品位を高める方法の開発が望まれている。

内容

ごみ処理施設やシュレッダーダスト焼却施設等から出る焼却灰中の金属残渣等の低品位銅スクラップから、銅を濃縮分離し銅を回収する。

炭素飽和下で、Cu-Fe-C 3元系融体は 鉄が富化した溶鉄相と銅が富化した溶銅相の2液相に分離する



図1 銅相と鉄相の二相分離

この現象（図1）を利用し、低品位の含銅スクラップから銅を濃縮する。

炭材共存下でスクラップを溶解するという極めて簡単な方法で、銅と鉄を分離し高品位（97%Cu）の銅を回収できる利点があり、この銅は銅スクラップとして市場価値がある。

また、実際の溶解分離方法としては、低品質の鑄鉄を溶解するようなキューボラ型の炉で溶解できる。

この溶解分離プロセスの実用化にはそれほど多額の設備費を要さず、極めて単純な装置で実現できることが予想される。

◆ 現代の先端技術 銅と鉄の溶解分離技術 <<2>>

卵型二液相分離合金 東北大学大学院工学研究科 及川 勝成・大沼 郁雄

<http://web.bureau.tohoku.ac.jp/manabi/manabi47/mm47-1.html>

「水と油」は、仲が悪いものの代名詞としてよく用いられます。

これは、水に対して油は溶け込まないし、逆に油にも水は溶け込まないためです。

また、両者を機械的に混合しても、時間がたつと水と油の2つに分離してしまうことは、サラダドレッシングなどでもよく見られます。

このような現象は二液相分離と呼ばれ、金属材料学的にも非常に重要な現象です。

金属で「水と油」の関係にある元素として、「鉄」と「銅」があります。

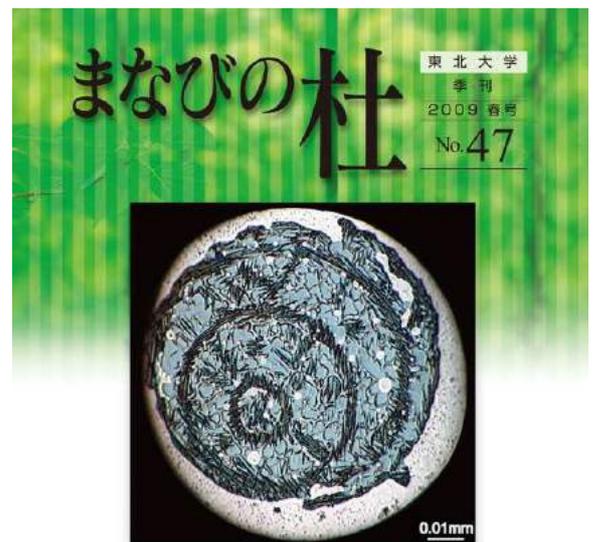
これらの合金では1,430℃以上の高温ではどんな割合でも溶け合いますが、低温では仲が悪く、「鉄」を多く含む相と「銅」を多く含む相へ二液相分離してしまいます。

写真は、鉄-銅基合金の液滴を1秒以内に室温まで急冷することができるアトマイズ法で作製した粉末の断面を、光学顕微鏡で撮影したものです。外側が銅に富む相で内側が鉄に富む相です。

通常の方法で冷却した場合、地上では上下に分かれてしましますが、無重力状態の宇宙実験でこのような構造が得られることが知られていました。

この写真は、地上の実験でも形成されることを私たちが世界に先駆けて示したものです。（文献参照）このような特異な構造は分離する2つの液体間の表面張力が温度によって大きく変化するためと考えられ、「鉄」と「銅」だけでなく二液相分離する合金系において生じる現象であり、鉛を使用しない環境に優しいハンダ材料、高性能触媒など多くの用途が期待されます。

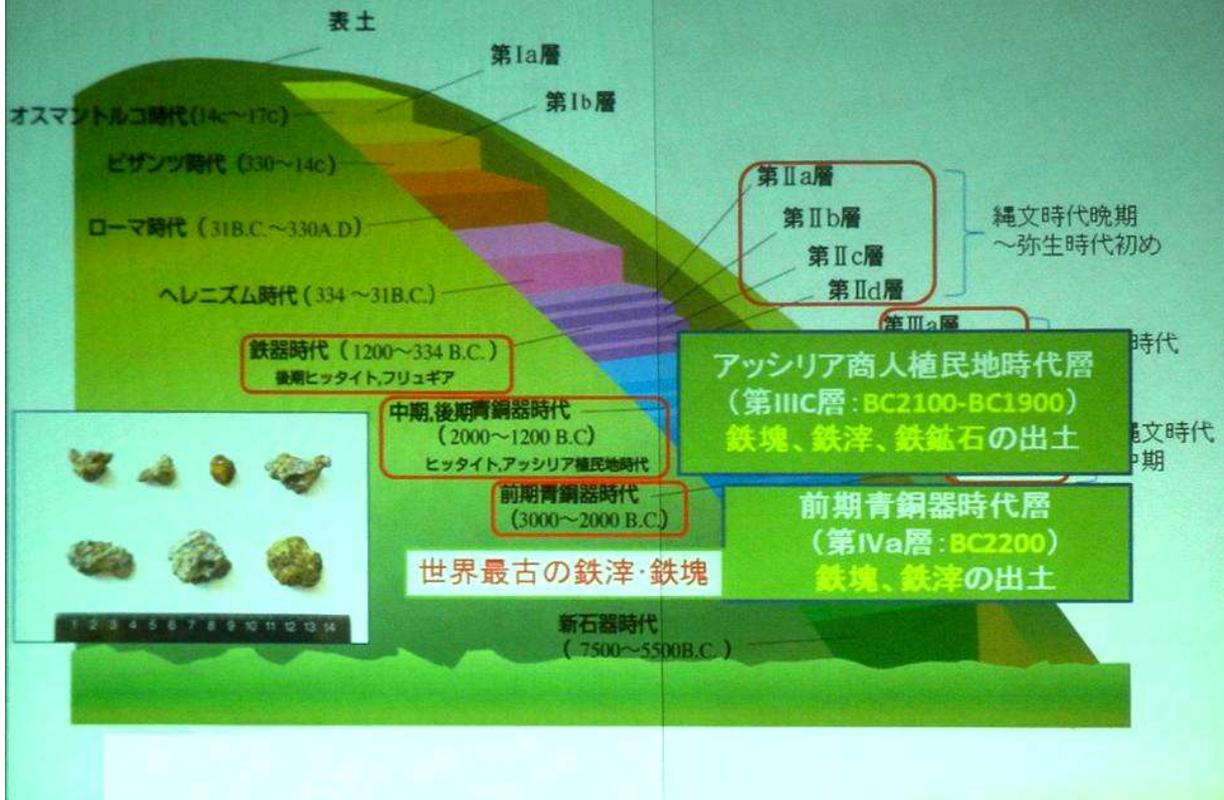
C. P. Wang, X. J. Liu, I. Ohnuma, R. Kainuma and
K. Ishida, Science, 297(2002) 990.



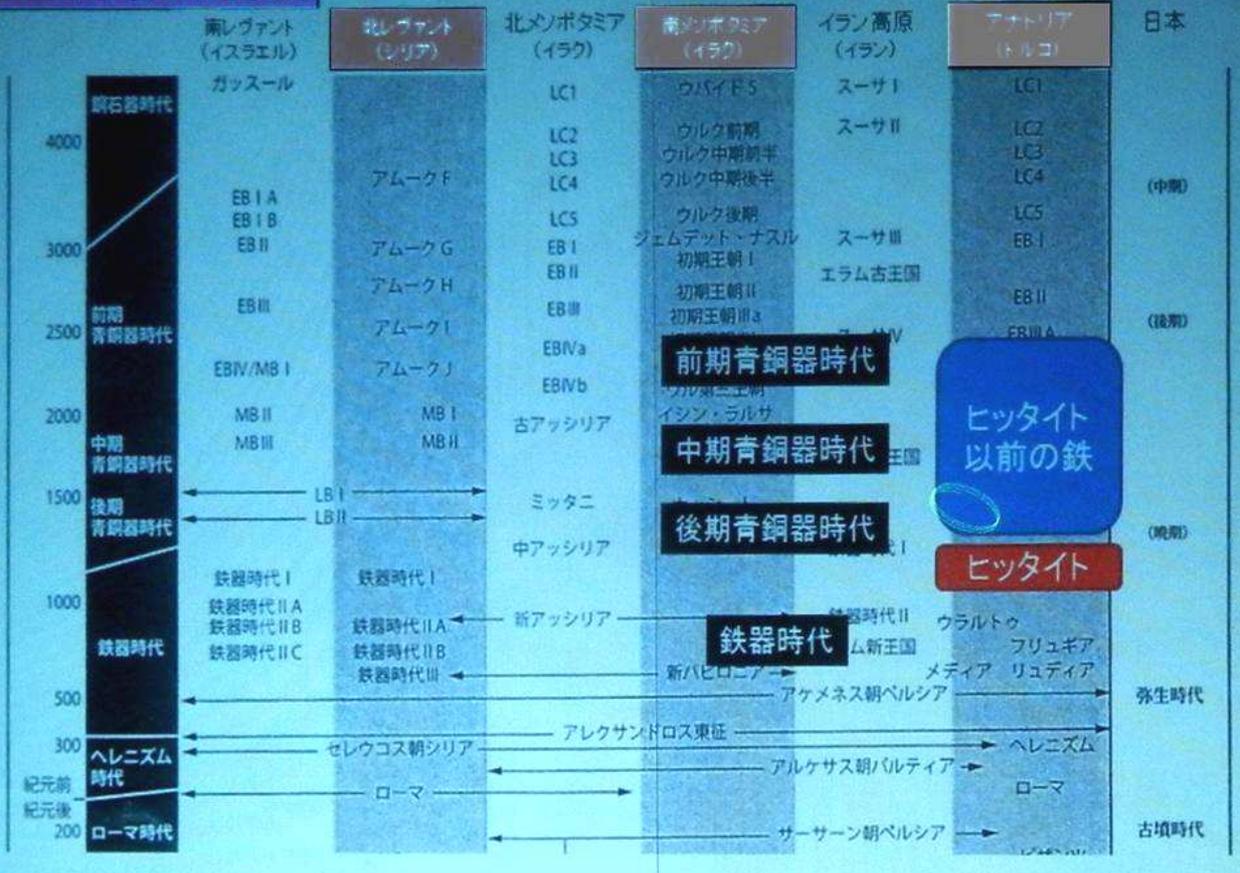
参考 和鉄の道 Iron Road

1. **和鉄の道【8】口絵 2008** 1. **鉄器時代の幕開け【1】**
器時代を開いたヒッタイトの「鉄」 その強さの秘密は良質の鉄「鋼」
世界最古の人工鉄 その中味は「鋼」だった BC19世紀
<http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron00.pdf>
2. **愛媛大学東アジア古代鉄研究所 第6回国際シンポジウム「鉄と匈奴」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
<http://www.infokkna.com/ironroad/2013htm/iron9/1311kyoudo00.htm>
3. **日本最古の銅山 奈良の大仏の銅を産出した「長登銅山」を訪ねて 2008. 6. 10.**
長登銅山の銅鉱床・銅鉱石の変遷と銅製錬技術 銅の製錬も 鉄と同じく一筋縄ではなかった
<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0808naga00.htm>

2. カマンカレホユック遺跡とアナトリア考古学研究所



1. 鉄の起源論の現在



2.6. 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



- ◎講演 1 古代オリエント博物館 研究員 津本英利氏「西アジアにおける初期鉄器研究史」
- ◎講演 2 愛媛大非常勤講師 畑守泰子氏「古代オリエント世界における金属利用と交易」
- ◎講演 3 愛媛大教授・東アジア古代鉄文化研究センタ長 村上恭通氏「銅・鉄の出現と初期拡散」

【PDF File】 <https://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/15iron04.pdf>
 【スライド動画】 <https://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/15iron04.wmv>

【 概 要 】

今回の講演会はトルコ カマンカレホック遺跡で ヒッタイト以前の世界最古と思われる小鉄塊・鉄滓が出土したことを踏まえ、西アジアの青銅器時代から鉄器時代への変遷と初期鉄器の出現 や 愛媛大学村上恭通教授 仮説提案「人工鉄の起源は地中海沿岸銅生産地での銅生産の副産物」のレビュー&初期鉄器出現と銅生産地との関係などが報告され、相互討論された。

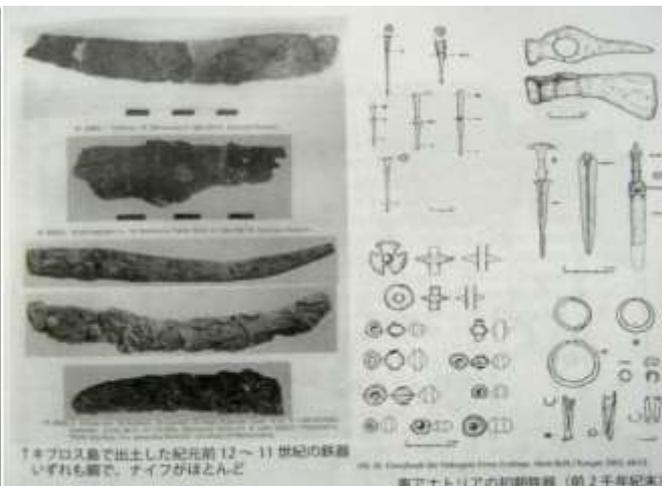
カマン・カレホック遺跡で発掘されたヒッタイト以前の世界最古の「鉄滓」と「小鉄塊」



ヒッタイト以前西アジアの初期鉄器出土分布



ヒッタイト以前西アジア出土鉄器分布



銅の主要生産地 キプロス出土の初期鉄器例

また、これら図表とともに アナトリア・西アジアの製鉄技術関連の年表が示されている

第18回アジア歴史講演会 「鉄の起源の探究」成果報告

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—」

愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター 松山・愛媛大 2015.2.14.



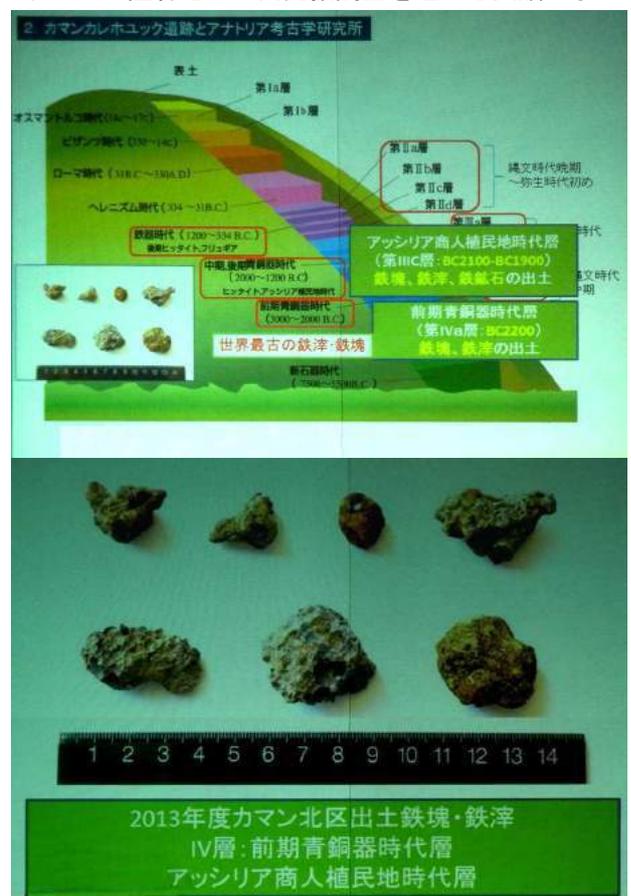
シルクロードに先立つユーラシア大陸の中央草原に東西を結ぶ金属器・鉄器文化東伝の道 Metal Road・Iron Road



BC12世紀頃 西アジア トルコ アナトリア高原のヒッタイトは塊錬鉄法で製鉄を行っていたことから、人工鉄の起源はヒッタイトというのが定説。鉄の起源の探究を求めて、ユーラシア大陸各地で共同発掘調査を進める愛媛大学の村上恭通教授らの発掘調査で、1昨年 そのアナトリア高原のカマン・カレホック遺跡のヒッタイト以前の地層から鉄滓や小鉄塊が出土し、世界最古の鉄として大きな話題となった。(中近東文化センターのアナトリア考古学研究所などとの共同調査) そして、昨年7月 村上教授らは「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」研究報告会で「カマン・カレホック遺跡のヒッタイト以前の地層から出土した小鉄塊は含鉄銅 鉱石の鉄滓から抽出されたものではないか?」との説が有力と報告。

溶接冶金のフィールドにいた私には 鋼溶接の凝固過程での割れ(高温割れ・凝固割れ)の第一原因として 鉄とは溶け合わせ低融点元素「銅と硫黄」が頭にこびりついて、鉄の時代の前にある青銅器時代に「銅製錬の過程で 人工鉄が副次的に造られた」との説には「極めて説得力がある」と興味深々。

「銅」と「鉄」は熔融状態でも互いに溶け合わない(固溶しない)「水と油」でありながら、含鉄銅 鉱石など銅 鉱石と鉄 鉱石はいつも近くにある存在であり、また、温度こそ異なるが、炭素による同じ還元製錬プロセスが用いられる銅・鉄の製錬。そして、比較的低い温度で溶ける銅に対し、高温でないと溶けない鉄の性質も含め、この鉄と銅は比較的容易に2相に分離しやすく、銅の製錬過程で鉄が分離されて見つかる可能性は極めて高いと思われる。たたら製鉄の源流に何らかの影響があたえたのではないかと以前から気になっていた銅製錬である。



2013年カマン・カレホック遺跡の発掘調査で出土した ヒッタイト以前世界最古級の鉄塊と鉄滓 「古代ユーラシア大陸のアイアン ロード」研究報告

昨年7月に話を聞いたカマン・カレホユック遺跡から出土した世界最古の人工鉄をはじめ、西アジア周辺で実施されている「鉄の起源とその展開」の共同調査研究成果を中心とした愛媛大東アジア古代鉄文化研究センターのアジア歴史研究会「金属時代の黎明—価値と技術—」が2月14日開催されるとの案内をいただいた。

「西アジアで発掘調査研究が進むヒッタイト以前の鉄塊が
どんな新しい展開を見せるのか？ 銅製錬とのさらなる
具体的関係が見えてくるのか??」

興味深々で2月14日 松山の愛媛大学で開催された講演会に出かけました。久しぶりの松山 路面電車に乗って 松山城を眺めながら、愛媛大学のキャンパスへ来るたびに愛媛大学のキャンパスがきれいに整備されてゆくのがうれしい。ちょうど卒業式前 キャンパスには 卒論発表会の案内が張られていて、学生たちの張りつめた気が伝わってくる。いつもとはちょっと違った雰囲気。 私にも こんな時があったと思いたしながら会場へ



第18回アジア歴史講演会 「鉄の起源の探究」成果報告 鉄の起源と展開「金属器時代の黎明—価値と技術—」 《 聴講内容の要旨 》

- ◎講演1 古代オリエント博物館 研究員 津本英利氏「西アジアにおける初期鉄器研究史」
 - ◎講演2 愛媛大非常勤講師 姐守泰子氏「古代オリエント世界における金属利用と交易」
 - ◎講演3 愛媛大教授・東アジア古代鉄文化研究センター長 村上恭通氏「銅・鉄の出現と初期拡散」
- 予稿集 金属時代の黎明—価値と技術— 2015.2.14 愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター

今回の講演会はトルコ カマンカレホユック遺跡でヒッタイト以前の世界最古と思われる小鉄塊・鉄滓が出土したことを踏まえ、

1. ヒッタイト以前の金属器黎明の青銅器が中心だった時代に この西アジアで鉄器がどのような形で出現してきたのか？ トルコ カマンカレホユック遺跡以外で続々発掘調査が進むヒッタイト以前の鉄器の分布とその用途。 それらに基づく青銅や他の金属(金・銀)と鉄の相対価値変遷
2. トルコ カマンカレホユック遺跡でのヒッタイト以前の小鉄塊・鉄滓の出土をベースに 愛媛大村上恭通教授ら・提唱する「この西アジアで銅製錬の副産物としての人工鉄起源説」
3. この金属器黎明の時代 青銅器から鉄器への移行をもたらしたインパクトは何か
そして この西アジアから東への伝播経路 ユーラシア大陸メタルロードの形成
等々

最近の西アジアの遺跡発掘の調査研究をベースに、短い時間ですが、今までの定説「ヒッタイト鉄起源説」が大きく変わろうとする鉄の起源からユーラシア大陸東遷の道にまつわる多くの話題が3人の講演者により報告された。本当に興味深いことばかり。特に 人工鉄の初期出現が銅の生産地とこんなに密接に関わって出土したことや鉄器の価値がヒッタイト滅亡の後実用鉄器の出現とともに大幅に変化し、四方へ急速に伝播してゆくことにも興味をひかれました。

今回の講演会の報告概要を3氏講演や予稿集より 図面等を使わせていただき概要を以下に紹介します。

紹介1 トルコ アナトリア・西アジアの製鉄技術年史

定説として「人工鉄の起源はヒッタイト」云われてきたヒッタイトの滅亡は紀元前12世紀末
 その時でも西アジアは青銅器が中心利器の時代であり、ヒッタイト滅亡後 急速に鉄器文化が展開されてゆく。

第18回東アジア古代鉄文化研究センターアジア歴史講演会

愛媛大学研究活性化事業「世界最古の製鉄技術の解明—トルコ・カマンカレホック遺跡出土資料に基づいて—」
 基礎研究A(海外学術調査)「製鉄の起源と展開に関するフィールドワークに基づいた実証的研究」
 研究成果報告会

金属時代の黎明

—価値と技術—

Wp-m-nfrt Tomb (Old Kingdom 5th Dynasty)

2015年2月14日

愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター

アナトリア・西アジアの出来事		製鉄技術関連
前750年	アナトリア西部にフリギア王国繁栄 エーゲ海岸にギリシア人が入植・都市建設	ウラルトゥ?の製鉄遺跡(トルコ東部)
	アナトリア東部にウラルトゥ王国建国 アッシリア帝国の拡大	テル・ペイト・シェメシュ(イスラエル) 出土鍛冶工房址
	新アッシリア時代の開始	イラン高原・欧州への鉄器の拡散 テル・ハンメー(ヨルダン)出土「製鉄址」 利器が専ら鉄で作られるようになる グルジアの製鉄遺跡
前1000年	古代イスラエル王国建設 統ミケーネ文化の終焉 エジプト第三中間期開始	アナトリア東部での鉄器大量出土 バイメタル(鉄+銅)製品
	手づくね土器(バルカン半島からの移住?) トロイア戦争?	テル・サビ・アビヤド(シリア)出土鉄器 アオチャ(トルコ)出土鍛冶址
	「海の民」・ペリシテ人・統ミケーネ文化 ヒッタイト帝国やミケーネ文明が滅亡	利器と装身具への鉄使用
前1190年頃	ツタンカーメン王	テル・シェイク・ハマド(シリア)文書 ハットゥシリ3世書簡(「一振の鉄剣」) 帝国期文書: 利器への鉄利用、言及数増加
前1250年	エジプトとヒッタイトのカアシュの戦い	ツタンカーメン王墓出土鉄剣(鋼鉄)
前1274年	中期アッシリア時代開始	ウガリット(シリア)出土裝飾鉄斧 中期ヒッタイト文書: 斧や兵器への鉄使用
	ミタンニ王国(北シリア)の最盛期 ギリシアでミケーネ文明始まる ティムナ(イスラエル)の銅山が再興 エジプト第18王朝(新王国時代開始)	ミケーネ文明墓地からの鉄製指環出土
前1500年		古ヒッタイト文書: 貴金属としての鉄利用
前1595/31年	ムルシリ1世によるバビロン攻撃 ハットゥシリ1世即位(ヒッタイト建国) ヒタソスによる下エジプト支配	
	カールムが放棄される アニッタ王による中央アナトリア征服?	
前1750年	ハンムラビ法典 エジプト第二中間期の開始	カールム出土文書に鉄?の交易記録
前2000年	アッシリア商人の交易居留地(カールム) ミノア文明(ギリシア)	カマン・カレホック出土鉄製品(鋼?) 銅製練の副産物としての鉄?(鉄の発見?)
前2500年	印欧語族のアナトリア進入?	アラジャホック出土鉄剣(鋼鉄??)

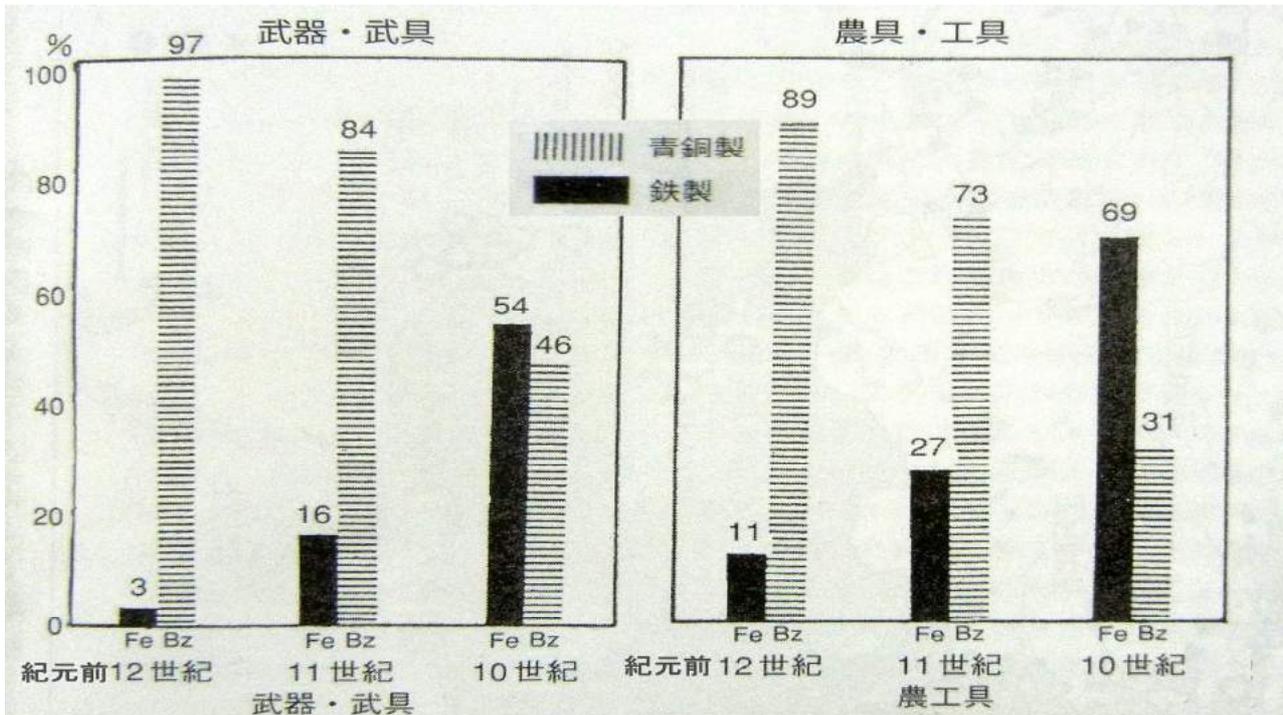
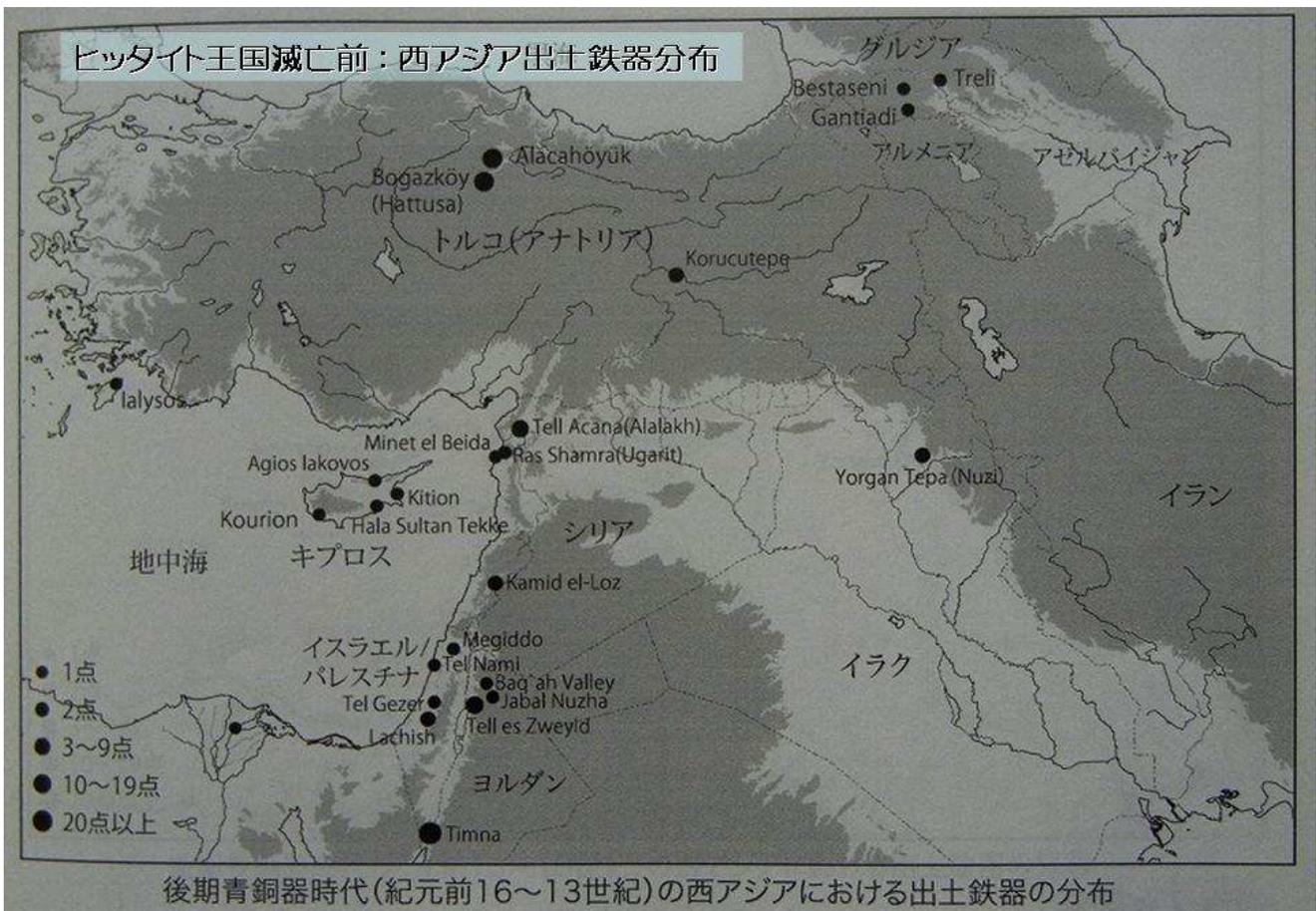
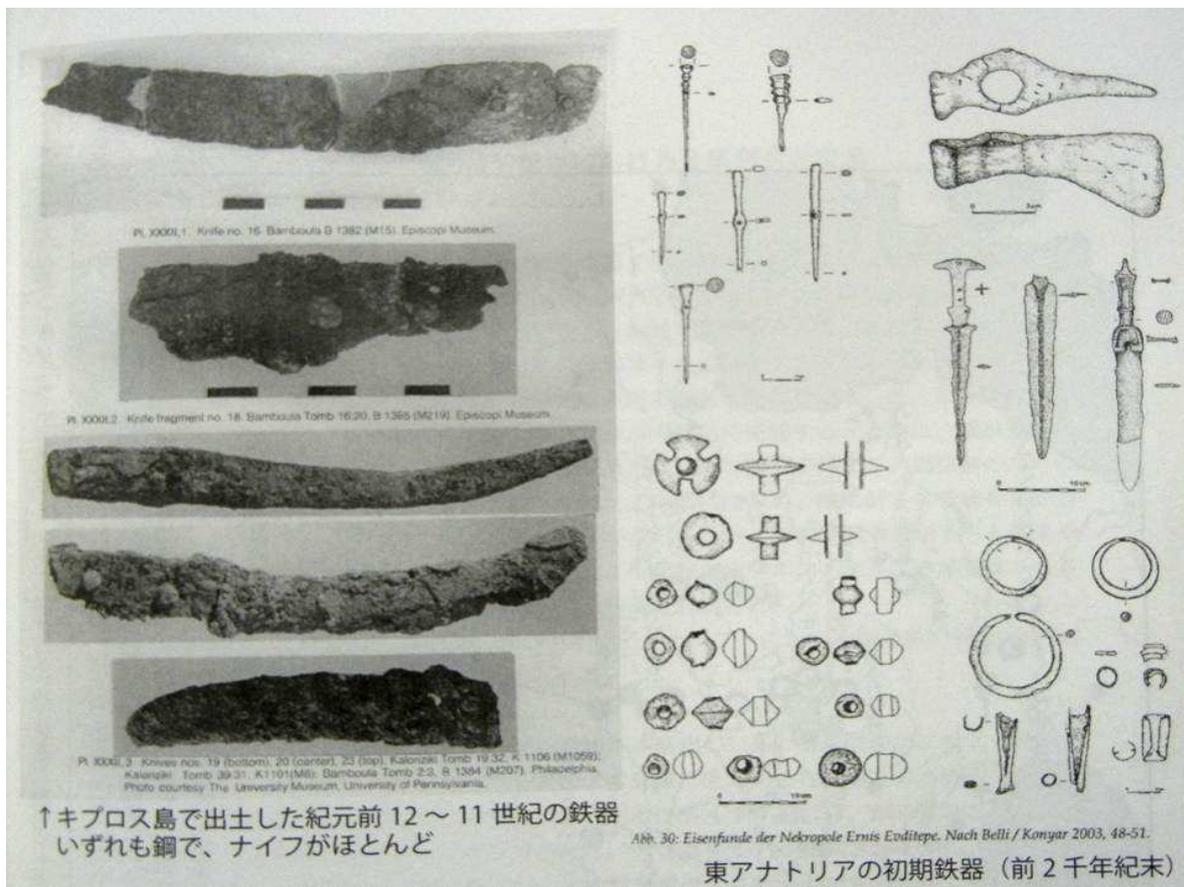


図2 東地中海地域における青銅器から鉄器への移行状況 (Waldbaum 1978 を転載・加筆)

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

- ◎ 一番先に鉄器が現れたのは約紀元前 5000 年頃 銅器は紀元前 9000~8000 年。
鉄器の成分やウィッドマンステッテン急冷凝固組織から韻鉄だった。そして この硬い鉄塊を磨いて加工して刀剣や装身具などに仕上げている。
- ◎ 下図に示した西アジアで出土した初期鉄器の分布によると注目すべき点として
アナトリアのみならず イスラエルやキプロスからは出土鉄器が韻鉄なのか人工鉄なのか明確ではないが、ヒッタイト滅亡以前から鉄器が出土し、人工鉄が主要になるヒッタイト滅亡後も鉄器が出土。
そして、これらの地が、古くからの銅の交易・生産地であるという。
銅製錬と鉄との出会い 銅生産と鉄との関連性が注目される。
- ◎ ヒッタイト滅亡後 アッシリアの時代になると鉄器が利器として拡散してゆく時代を迎え、イスラエルやヨルダンで製鉄跡も出土するとともに、鉄器のユーラシア大陸当遷の先進地とみられる西アジア北部 黒海東岸のグルジア地方でも鉄器が出土。また、ヒッタイト滅亡後成立したアッシリアがイスラエルやキプロスを含む地中海沿岸諸国から鉄を献納させてきたという。





↑キプロス島で出土した紀元前12～11世紀の鉄器
いずれも鋼で、ナイフがほとんど

Abb. 30: Eisenfunde der Nekropole Ernis Evidtepe. Nach Belli / Konyar 2003, 48-51.

東アナトリアの初期鉄器 (前2千年紀末)

3. 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??? 未解決の課題である

◎ ヒッタイト以前から銅の交易・生産地で鉄器が出現していたことから、定説として云われてきたヒッタイトの鉄製錬技術独占し、ヒッタイト滅亡によって世界各地に鉄器が拡散したという構図が崩れる。

では 何が青銅器から鉄器文化への移行の引き金になったのか・・・

現状 まだ この答えは不明であるが、鉄器の事情と云うより、むしろ銅器の生産事情に何らかの問題が生じたからではないかという。 この問題はまだ未解決だと聞く。

私の知見ですが、すぐ頭に浮かんだのは日本での銅生産の問題。

日本では鎌倉から室町時代にかけて、日本の銅資源が枯渇し、中国等から銅銭を輸入する時代がある。

古代の銅製錬は自然銅や銅酸化物鉱石の炭素による還元製錬。

それが使いつくされると銅の酸化物鉱石から地中にある大量の硫黄を含む硫化物鉱石となり、製錬しても銅中には大量の硫黄を含み、脆くて使い物にならぬ時代に突入する。この鉱石還元の製錬から脱硫製錬の確立に数百年を要したのである。また 鎌倉大仏が中国の銅銭を素材にしていることや鎌倉時代多数の鉄の仏像が数多く作られたことは よく知られた事実である。

利器の中心だった銅が脆くて形にならぬとなると利器の中心素材ではいられない。

西アジアでも自然銅の枯渇がこの問題に火をつけたのではないかと? そんなイメージがすぐ頭に…。

西アジアでも 日本と同じく銅の空白がおきようとしていたのだ・・・と。

4. 銅製錬の過程での鉄塊誕生について

愛媛大村上恭通教授は銅製錬過程での鉄塊の誕生について青銅器時代の西アジアの銅生産の過程での副次的な鉄誕生についての調査報告で述べた文献記述を紹介。

そして、2014年11月岡山県新見市で地元のだたら伝承会の協力で、復元した原始銅製錬炉での鉄鉱石の添加による副次効果の実証実験を行った結果について紹介した。



《青銅器時代西アジアの銅生産の過程での副次的な鉄誕生について述べた文献記述》

1. Gale, et al 1990, Craddock 1995

「銅製錬の際、生産を高めるために融点を下げる目的で投入されたフラックスが鉄鉱石であり、その鉄分が銅塊の中に含まれたり、銅滓の中に含まれたりする。」

2. Rothenberg 1990

「南イスラエルのティムナ渓谷には紀元前 5000 年紀以降の銅製錬遺跡が多数発見され、その報告書は銅生産研究を大きく推進した。」そして Gale et al は「このティムナで生産された金属鉄はまさしく銅製錬炉で生まれたものであった。」と記し、Malke 1990 は「ティムナ・チームの復元実験成果もそれを証明している」と記している。

《村上教授らによる復元した原始銅製錬炉での鉄鉱石の添加による副次効果の実証実験》

鉄鉱石のみを原料とする炉と銅鉱石・鉄鉱石の混合原料での炉の比較実験を実施。

これにより圧倒的に銅の生産量が向上した。

これらの結果を踏まえ、鉄鉱石を投入することにより、銅製錬の生産性が上がり、銅塊が誕生すると同時に、鉄もわずかながら生まれた。その投入比率を変えるなど、数々の工夫により鉄を目的的に生産できるようになったのであろう。

以上今回の講演会の報告概要を 3 氏講演や予稿集より 図面等を使わせていただき概要を紹介。

今回の講演会で青銅器時代の銅生産と鉄滓・小鉄塊出現とが、密接に関係していることが見えてきました。

また、鉄製錬のスタートが 仮に高温を得ることが難しかったにしろ、鉄鉱石の製錬が溶解反応でなく固相反応であった点にも常々不思議に思ってきましたが、銅製錬の過程の副次反応として鉄の固相還元で鉄製錬が始まったとすると理解できる。また、製錬・製鋼の鉄冶金を勉強し、溶接冶金の技術屋だった私には何度も聞いた近くにありながら「水と油」で互いにひっつかない「銅と鉄」。昨年 7 月 大阪での村上教授の講演で初めて知った鉄の起源への銅のかかわりに、今回聞いた話を重ねています。

この「銅と鉄」の二相分離の特徴が鉄の製錬技術を生み出したのかと予想もしなかった展開に本当にびっくり。

昨年 7 月話を伺ったときにまとめた鉄と銅の二相分離反応についてまとめたものを下記に。

含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓はこんなプロセスか???

鉄を含む銅鉱石を無酸素状態で溶融すると比重の大きい溶銅相と比重の小さい溶鉄相に二層分離することができる。しかし、溶鉄相・溶銅層にはそれぞれ、数パーセントの銅濃度や鉄濃度があり、例えば、溶鉄相中の銅含有量を 4% 以下にはできない。しかし、ここに炭素(や鉛)と共に溶融すると、各々溶相中の鉄・銅濃度を著しく低減でき、ほぼ鉄・銅分離ができることが知られている。

酸化雰囲気中では、上層分離された鉄は酸化され、鉄滓となって溶銅の上に浮くことになる。

製銅プロセスを考えると原料である銅鉱石は通常 自然銅のほか、鉄を含む銅鉱石が主であり、木炭を加えた含鉄銅鉱石の溶融酸化反応であり、鉄分はカラムミとしてスラグ排出される。ただし、部分的に高温還元雰囲気形成されている場所では、鉄は酸化されずに鉄粒などとなって、滓中に取り込まれることになる。

この細かい鉄粒を集めて、それを鍛冶技術で不純物を排除して、鉄素材に仕上げることは可能と考えられる。

最初の人工鉄 アナトリア高原 カマンカレホック遺跡で出土した最古の鉄滓・鉄塊はそんなプロセスの中で青銅器時代の中に出現したのであろうか……。

また、現在都市鉱山として スクラップからの有用金属取り出し法として、この二層分離技術は先端技術として躍進をつづけている。

【和鉄の道・Iron Road】

金属にも「水」と「油」がある「銅」と「鉄」の二相分離 2014.8.1. By Mutsu Nakanishi より

<http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf>



◆ 現代の先端技術 銅と鉄の溶解分離技術 <<1>>

銅と鉄の溶解分離技術 岩手大学工学部材料物性工学科 材料学助教授 山口勉功

http://www.ccrd.iwate-u.ac.jp/pc/event/041101/pdf/ma_16.pdf

開発の背景

銅品位の高い含銅鉄スクラップは、銅製錬工程に戻し処理されて、銅が回収されているが、低品位の銅スクラップは本来の銅製錬の効率を低下させる等の問題を生じるため、銅品位が約30%Cu以上のスクラップしか処理できない。

一方、ごみ処理施設やシュレッダーダスト焼却施設から出る焼却灰中の金属残渣等の低品位銅スクラップも今後はかなり発生することが予想され、低品位の銅スクラップをそのまま処理することは効率が悪いので、スクラップの銅品位を高める方法の開発が望まれている。

内容

ごみ処理施設やシュレッダーダスト焼却施設等から出る焼却灰中の金属残渣等の低品位銅スクラップから、銅を濃縮分離し銅を回収する。

炭素飽和下で、Cu-Fe-C3元系融体は 鉄が富化した溶鉄相と銅が富化した溶銅相の2液相に分離する

【和鉄の道・Iron Road】

金属にも「水」と「油」がある 「銅」と「鉄」の二相分離 2014.8.1. By Mutsu Nakanishi より

<http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf>



図1 銅相と鉄相の二相分離

また、本当かどうか分かりませんが、銅製錬について、かつて日本であったのと同様の自然銅の枯渇が西アジアでの青銅器から鉄器への移行を促したのか・・・

「自然銅や銅鉱石などの銅原料の還元反応による銅製錬。その資源枯渇に伴い、含硫黄鉱石しか得られなくなり、脆い銅しかできず、銅の利器が造れなくなった時代があったのでは・・・と。

この銅の脱硫反応克服への時代が西アジアでもあり、そしてそれが青銅器から鉄器への移行を促した」とのイメージがふっと頭に湧いてきた。妄想か それとも一理あるのか 鉄のロマン イメージを膨らませています。

鉄の起源とユーラシア大陸を東西に繋ぐメタルロード 今年はさらにどんな展開があるのか 期待一杯。

次々とイメージを膨らましながら 真っ暗な四国路の高速道路を 松山から神戸へ帰ってきました。

毎度 新しい知見があるうれしい講演会 今回も満足いっぱい帰ってきました。

2015.2.14. Mutsu Nakanishi

【資料】

【整理に使わせていただいた資料】

1. 第18回 アジア歴史研究会 金属時代の黎明-価値と技術- 予稿集

2015.2.14 愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター

【和鉄の道・Iron Road】

1. 金属にも「水」と「油」がある -「銅」と「鉄」の二相分離 - 2014.8.1.

<http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf>

2. 国際シンポジウム 「鉄と匈奴」 聴講記録

2013.11.19.

愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター

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

<http://www.infokkna.com/ironroad/2013htm/iron9/1311kyoudo00.htm>

3. 国際シンポジウム 「鉄と帝国の歴史」 聴講記録

2008.11.29.

愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター

<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0812ehime00.htm>

4. 参考資料「ヒッタイトの鉄の謎に挑む」 朝日新聞朝刊に掲載された記事

2010.8.7.

<http://www.infokkna.com/ironroad/2010htm/iron6/1009hittites00.htm>

5. 日本最古の銅山 奈良の大仏の銅を産出した「長登銅山」を訪ねて

特に 4. 長登銅山の銅鉱床・銅鉱石の変遷と銅製錬技術

<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0808naga00.htm>

2.7. 文明と金属器 - 普及とその過程 - 聴講記録 by Mutsu Nakanishi 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

アナトリア: 現在のトルコのアジア側 黒海と地中海にはさまれた半島の中央を南北に山脈が連なり、銅・鉄・金など鉱物資源に恵まれ、ヒッタイト帝国の故地。東南部は農耕・牧畜が始まったメソポタミア文明の地。

レヴァント: 北から南へ延びる死海の大地溝帯を中心とした地中海沿岸地帯。古くから銅が使われた地域で「人工鉄がヒッタイト以前の時代に銅生産の副産物として生まれた」とされる最近の人工鉄起源の有力地

エジプト: ギザの大ピラミットを作りあげる力は銅の利器。 エジプトの鉄器は5000年前からも発見されるが、いずれも隕鉄。鉄が採掘されるのはずっと後の時代。

【PDF File】 <https://www.infokkna.com/ironroad/2017htm/2017iron/17iron10.pdf>

【 概 要 】

10年に及ぶ中央アジア・シベリア・モンゴル・中国などアジア各地の国々との共同研究・発掘調査を通じて、金属器・鉄の起源地 西アジアからユーラシア大陸を東から西へ結ぶMetal Road・Iron Road を明らかにした。また同時に 従来鉄の起源の定説であったアナトリアのヒッタイトより以前に 西アジア各地にも人工鉄があった様相を明らかにし、鉄の起源説として 東地中海沿岸の銅の生産地で銅の副産物として人工鉄が生まれたと提案している。

新たな次の10年の展開課題「石器→銅・青銅→鉄器へと変遷する金属器の普及とその過程」を理解するBaseとして鉱物資源が豊富で文明の先進地域でもある西アジアの諸地域の様相を把握することがきわめて重要に。

今回の国際シンポでは 現在、西アジアの最前線

アナトリア・レヴァント・エジプトで活躍中の専門家3氏がそれぞれの専門地域での「金属器の普及変遷の過程並びに鉄器の出現」についてレビュー講演。金属器・鉄器の源流を遡る基盤として 相互討論を通じて、鉄器出現の様相について相互の地域理解を深めた。

私の私見ですが、聴講を通じて、西アジアの最前線 アナトリア・レヴァント・エジプトの各地域それぞれ金属器の普及変遷の事情が異なっていること。また、青銅器時代から鉄器時代への変遷が一機でないことも初めて知りました。

西アジアの中で銅鉱石・鉄鉱石資源の産地が偏在していることそして地域間交易についても初めてこれらのことが、人工鉄の起源そして人工鉄のユーラシア大陸東遷の道出発点にも大きくかかわっていると。また、西アジアの初期鉄器出現と銅生産産地の関係にも興味津々。 うれしい聴講になりました。



銅の主要生産地 地中海沿岸で多数の初期鉄器が出土。
そしてヒッタイト滅亡後の鉄器時代始まりの時代にこの銅主要生産地
パレスチナにアッシリアが鉄の貢納を要求している

第10回 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 by Mutsu Nakanishi

2017.11.25. 松山 愛媛大学 南加記念ホール



愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター
第10回国際学術シンポジウム

文明と金属器 - 普及とその過程 -

日時 2017年 11月25日(土) 開場12:00 13:00~16:30
会場 愛媛大学 南加記念ホール

人類における金属器の普及とその過程を考察すると、文明の進化する東アジアの歴史の初期を把握することは極めて重要である。本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では、「文明と金属器-普及とその過程-」と題し、アナトリア、イラン、シリア、エジプト、そしてアジアの考古学的知見を基盤として、鉄の普及とその過程を考察し、鉄の普及とその過程の歴史、東アジアの歴史の初期について議論を深めていきたいと思っております。

プログラム

- 「金属器の故郷アナトリア」
津本 英利 (古代オリエント博物館)
- 「レヴァントにおける金属器の導入とその背景」
山藤 正敏 (奈良文化財研究所)
- 「ギザのピラミッドの銅と鉄」
河江 肖剰 (名古屋大学)

討論 コーディネーター
村上 恭通 (愛媛大学)
畑守 泰子 (愛媛大学)



村上恭通教授が率いる愛媛大学古代鉄研究所のグループは10年に及ぶ中央アジア・シベリア・モンゴル・中国などアジア各地の国々との共同研究・発掘調査をつうじて、金属器・鉄の起源地とみられる西アジアユーラシア大陸を東から西へ結ぶMetal Road・Iron Roadを明らかにしてきた。

また 従来鉄の起源地の定説であった西アジア アナトリアのヒッタイト。その以前に 西アジア各地に持人工鉄があった様相を明らかにし、鉄の起源地として 東地中海沿岸の銅の生産地で銅の副産物として、人工鉄が生まれたと提案している。この10年の成果については下記の第8・9回国際シンポジウムでまとめ報告されてきた。

- 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 2015.11.7.
「[古代世界の鉄生産 中近東から東アジアまで](#)」
- 愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター 第9回 国際学術シンポジウム 2016.12.3
東アジア古代鉄文化研究センター設立10周年記念 古代ユーラシア アイアンロードの探求
「[鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史](#)」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



「石器→銅・青銅→鉄器へと変遷する金属器の普及とその過程」を理解するうえで、金属器・鉄器の源流を辿ると鉱物資源が豊富で、文明の先進地域でもある西アジアへとつながり、「西アジアの諸地域の様相を把握することが重要になってきた。」

新たな次の10年の展開として、「金属器利用の先進地であるこの西アジアのどこで、どのように人工鉄が誕生して、利器として使われ、鉄器時代へとつながっていったを明らかにする」ことを視点に、さらに金属器・鉄器の源流を辿るには、西アジアの諸地域の様相を明らかにすることが極めて重要テーマとなってきた。



村上恭通教授はシンポジウムの開会あいさつの中で、

今回の国際シンポジウムは 現在、西アジアの最前線 アナトリア・レヴァント・エジプトで活躍中の専門家3氏にそれぞれ専門地域での「金属器の普及変遷の過程並びに鉄器の出現」について、それぞれレビュー講演してもらい、相互討論を通じて、鉄器出現の様相の相互理解を深め、金属器・鉄器の源流を辿る基盤理解とするのが目的とはなされた。

聴講する私にとっての一番の興味は、まだまだ道は遠いと思うのですが、

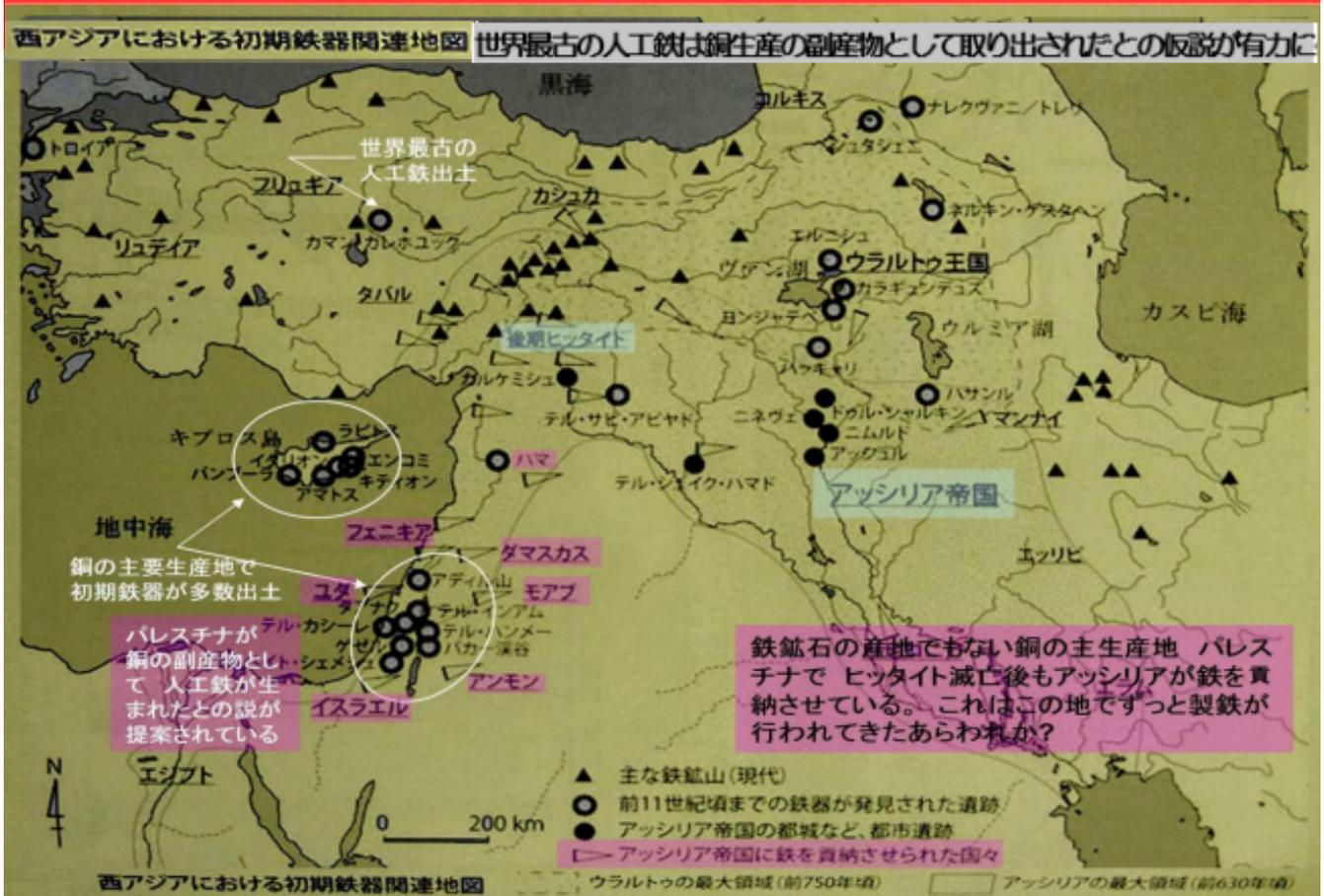
1. 「銅生産の副産物の可能性が高いと提案された人工鉄起源」が具体的にどこまでベールを脱ぐのか…
 2. 鉄器時代へのアプローチがどこまで具体的にになるのか……
- 西アジアでのヒッタイトの滅亡がやっぱり鉄器の利器展開の引き金になるのだろうか……

金属器・鉄器の西アジアでの源流のアプローチがいくつも進んでいて、簡単に先が見えてくるものと考えていましたが、今回 3氏の講演・討論を聞いて 地域交流が盛んな文明発祥の地 西アジアでの展開といえども 金属器・鉄器の源流を辿る調査・交流もまだまだはじまったばかり。

十把一絡げでしか見ていなかった西アジア それぞれの地域が、時間差も含め、それぞれの展開をしていることを初めて知りました。西アジアの大地溝帯が文明の展開に大きな影響を持っていることなども。

西アジアでの金属器・鉄器の源流の流れが総合的に聞けたうれしいシンポジウムでした。

西アジアにおける初期鉄器関連地図 銅の主要生産地 地中海沿岸で初期鉄器が多数出土
そして、ヒッタイト滅亡後の鉄器時代の始まりの時代に この銅主要生産地 パレスチナに
対して アッシリアが鉄の貢納を要求している



今後の愛媛大古代鉄研究所の役割また日本の研究者たちの役割もまた重要。

積極的な展開に期待一杯と感じつつ、西アジア地域の金属器普及の過程を総合的に知る私的記録として、3氏の講演の聴講記録をまとめ作成しましたので、ご参考になれば。

なお、聴講記録に用いた図面は聴講したシンポジウムで使われたスライド並びに予稿集から取り出して、私なりにまとめとして使わせていただきました。ご注意ください。



◎ 聴講使わせて記録作成に講演メモとともに使わせてもらった資料

1. 第10回 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 - 予稿集 2017.11.25.
2. 愛媛大東アジア古代鉄文化センター ユーラシア大陸 メタルロードの探求 概略図

◎ 参考 和鉄の道・Iron Road by Mutsu Nakanishi

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 聴講記録

- 第18回アジア歴史講演会 「鉄の起源の探究」成果報告 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 一価値と技術-](#)」
- 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 2015.11.7.
「[古代世界の鉄生産 中近東から東アジアまで](#)」
- 愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター 第9回 国際学術シンポジウム 2016.12.3
東アジア古代鉄文化研究センター設立10周年記念 古代ユーラシア アイアンロードの探求
「[鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史](#)」 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



1. 津本英利氏「金属器の故郷 アナトリア」 講演要旨

○ アナトリア

アナトリアは現在のトルコのアジア側部分の地中海と黒海に挟まれた南北端を山脈が走る山がちな地形で、銅・鉄・金・銀・鉛などの鉱物資源に恵まれている。この東南部は世界で最初の農耕・牧畜が始まった(新石器時代)メソポタミア文明の地。早くから鉱物が利用され、様々な金属の利用がこのアナトリアで始まったと考えられている。

銅など金属を採取できぬメソポタミアで、古代文明が栄えた理由の一つに周辺の西アジア・キプロスに銅などの供給基地があったからと考えられる。前3000年頃にはすでに交易が行なわれていた。



○ アナトリアにおける自然銅から砒素銅・青銅利用の過程

青銅器から一機に鉄器へ替わったのではなく、長く青銅器の時代の中で鉄器が現れる急速な鉄器普及は硬くて強度のある炭素を含む鉄が現れ、利器として使われるようになってから。

それがちょうどヒッタイト滅亡の前12000年頃に当たる

- ・前8700年～前7000年 自然銅・銅鉱石やマラカイト鉱石の光沢・美しさからそのまま儀礼品・槍先に利用
- ・自然銅を加工して使うための鍛造技術が生まれ、前5500年頃にはピン・鑿・斧の銅製品が出土し、この頃には銅鑄造がおこなわれたとする説もあるが定かでない。
- ・前4000年頃になると広く砒素を含む砒素銅が普及
鑄造時の湯流れがよくなり、硬さを増し、利器としての価値が高まり、アナトリア全域に銅利用の痕跡(銅製遺物・冶金関連遺物)が及ぶ。
製錬に手間がかかるが、大量に産出される硫化銅鉱の利用も始まり、
また銅と錫の合金 青銅の生産や金・銀・鉛の生産と使用が始まるのもこの頃である。

◎ 銅の製錬はBC5500年頃 ハルカン半島やアナトリアなどバラバラで始まった。

◎ BC3500年頃 工房と宮殿が一緒にあるアルスランテペの遺跡からは
砒素銅製の剣・槍など22点が一括出土 特に剣の柄部分には銀が象嵌装飾。
権威の象徴としての金属製武器の登場 社会階層・専門化の登場が見て取れる。

○ アナトリアでの青銅器の使用と流通

青銅器のアナトリアでの登場は前 4000 年紀末 しか、錫の生産は限られており、希少性が高く、青銅が主流になるのは前 2000 年以降の中期青銅器時代 アッシリア商人など西アジア諸国との交易が活発になってからである。前 2000 年紀 アッシリア商人は中央アジアに居留地を設けて、現地と交易。キュルテペにあった居留地はその最大の中心地で 2 万点にも及ぶ粘土板が出土。楔形文字による粘土板文書を大量に残したことから、当時の交易の様子が読み解けた。

アッシリア人たちは中央アジアの錫・毛織物をアナトリアに持ち込み、金・銀・銅と交換。大量の錫が取引された様子が記されている。



■ ヒッタイト帝国の時代 銅・青銅器を中心とした流通

紀元前 17~13 世紀のヒッタイト帝国の時代にもボアズギョイを中心に数多くの考古資料や粘土板が残されており、銅・青銅の利用・流通のヒントになっている。

紀元前 13 世紀のヒッタイトの徴税表によると税のうち、25%は金属素材の形で納入させ 60%が銅 8%が錫 13%が銀で 金と鉄は 1 例しかない。

そして 宮殿や神殿にあるにある工房で工人たちに加工作せていたと推定されている。

ヒッタイト帝国の金属の流通には記録がみられるが、冶金技術的内容の文書は全くないという。

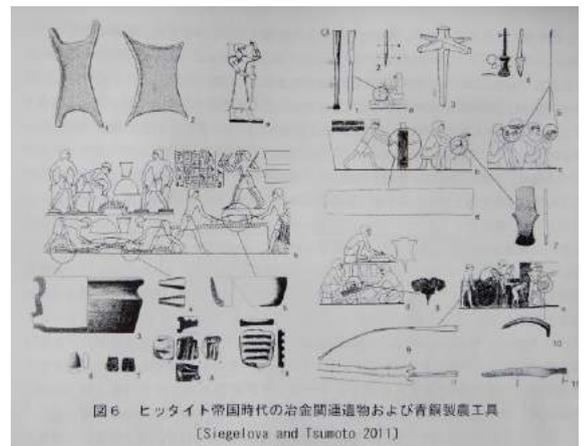


図 6 ヒッタイト帝国時代の冶金関連遺物および青銅製農具 (Siegelova and Tsumoto 2011)

◇ アナトリア南岸ウルプルンの海底から引き揚げられたヒッタイト帝国が栄えた

紀元前 1300 年頃後期青銅器時代の沈没した交易船の積み荷



銅 10t: 牛皮インゴット 348 個/1 個平均 27~28kg 円盤インゴット 121 個

錫 1t: 牛皮など様々な形態のインゴット多数

これら金属素材の量は推定積み荷量の約半分に相当し、当時の交易において、

金属が重要な商品であることを示している。銅の産地はキプロス島と推定されている。ガラス素材や様々な希少品(金・象牙・黒檀・琥珀など)からこの船が、エジプトやギリシャを含む東地中海沿岸を行き来していたことが明らかである。

○ アナトリアにおける鉄器利用の開始

ヒッタイト帝国約500年間の姿は、従来一般に流布されてきた姿とは大きく異なっている。

「ヒッタイトによる鉄独占」という状況は存在していない。

また、ヒッタイトで使われていた利器はほぼ青銅器であり、「鉄の王国 ヒッタイト」のイメージも全くない。

前2300年 アラジャホユックの王墓から出土した6点の鉄製品がアナトリアで確実な鉄製品。

このうち金柄鉄剣が世界最古の鉄剣として有名。しかし、ニッケルを含み隕鉄製みられている。

また、長年日本隊が発掘を続けているカマンカレホユックで前2000年紀を遡る層から、鉄関連資が報告され、特に前2000年紀の層からは多くの鉄製品も出土している。

この時代「鉄が金の10倍の価値」をうかがわせることを記した粘土板資料もある。

そして、後期青銅器時代のヒッタイト帝国の時代(紀元前17~13世紀)は、主にその粘土板など文字資料から鉄が盛んに生産流通していることが推察される。

しかし、そこから読み取れるヒッタイト帝国約500年間の姿は、従来一般に流布されてきた姿とは大きく異なっている。「ヒッタイトによる鉄独占」という状況は存在していない。

また、ヒッタイトの都ボアズギョイの発掘調査では、これまでヒッタイト時代の層から約10点以上の鉄が出ているが青銅器の量と比べるとはるかに少なく、ヒッタイトで使われていた利器はほぼ青銅器であり、

「鉄の王国 ヒッタイト」

のイメージも全くない。

また、文書からは「黒い鉄」

「良質の鉄」「炉から取り出したばかりの鉄」など鉄の種類を示す語彙が知られている。



図7 西アジア後期青銅器時代における出土鉄器点数

- BC17~16世紀 古期ヒッタイトの時代 鉄の言及はまれで、わずかに槍先や笏、「玉座」等が儀器 儀礼的文脈に登場する
- BC15~14世紀前半 中期ヒッタイトの時代 斧・装身具など器種がひろがる。
- BC14後半~13世紀 ヒッタイト帝国の時代 劇的に鉄の言及が増加。特にその後半で像・儀器のほか ナイフ・剣・槍先といった実用品が言及され、一方 装身具の言及は稀になる。そして 帝国の再末期には「鉄の刃」56本 「黒い鉄」の棍棒頭16個が一つの徴税文書内で言及されるなど鉄製品の流通量の増加が見える。そして、ヒッタイトで秘密裏に制作されているのではなく、首都以外の町で税として納められている。

紀元前1180年頃 ヒッタイト帝国は短時間で滅亡。その後のアナトリアは文字のみならず、考古資料も乏しい「暗黒の時代」。このため、ヒッタイトが開発していたであろう製鉄技術と前1200年以降 西アジアに広がった製鉄技術の関連性は残念ながら不明である。

初期鉄器時代の出土分布はキプロス島やパレスチナに集中しているように見えるのに対し、アナトリアはほぼ空白。



紀元前12・11世紀 初期鉄器時代の西アジアにおける出土鉄器の分布

ヒッタイト帝国の故地中央アナトリアのカマンカレホユックでは ヒッタイト帝国期に消滅して姿を消していた鉄製品が前1200年を境に姿を現し、前10～9世紀に飛躍的に増加。前9世紀には鉄器出土数が青銅器出土数を上回り、前8～7世紀に出土数がピークに。

器種構成は前12～9世紀では留針と刃物であるのに対し、前9世紀以降は鍔・槍先・刃物・鎌などの利器に変化。

紀元前1000年頃に西アジアをほぼ制圧したアッシリア帝国はその本国メソポタミアでは鉄器をほとんど算出しない。

そのため、征服・従属させた国々から鉄素材を貢納させていたことが、アッシリア王の遠征記録から伺える。

アナトリアはアッシリアにとって鉄と馬の最重要供給基地であった

アッシリア帝国のライバルであったウラルトゥ王国からも多くの鉄器(鋤・鍬などの農具を含む)がしゅつどとしており、その領内に多くみられる用水

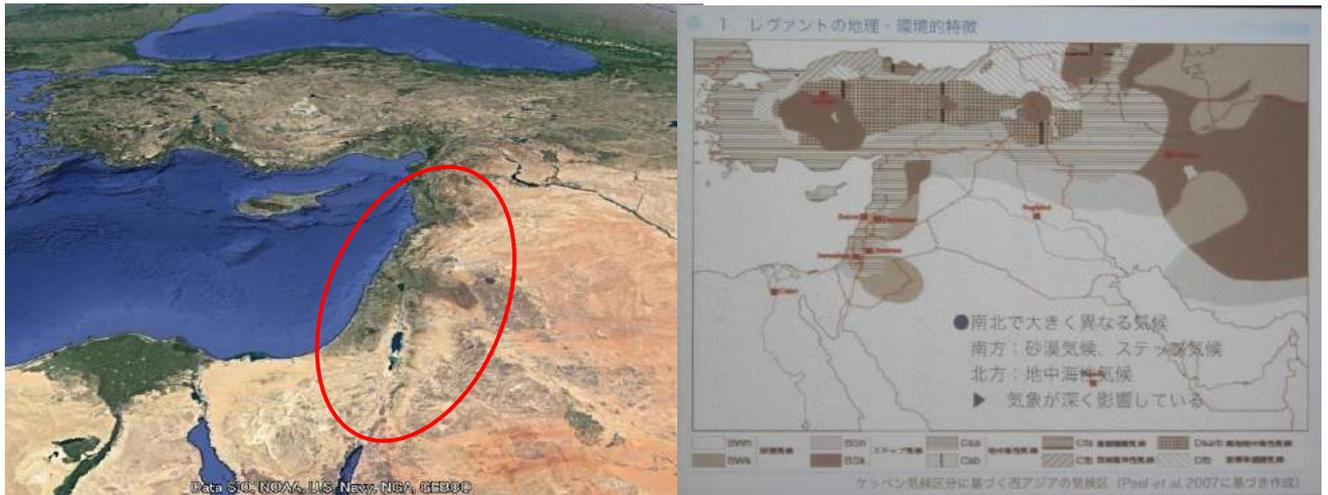
路や貯水池の工事はこのような鉄器生産が裏付けになっている。

ウラルトゥ王国領土の多くが農耕に向かない山地にもかかわらず勢力を急速に拡大しえたのも、こうした土木工事が大きく寄与したみものとかんがえられる。



図10 鉄器時代の西アジアと鉄の産地 [津本 2015]

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



レヴァントとは 北から南に伸びる死海の大地溝帯を中心とした地中海の東岸沿岸地帯で 西アジアの中でも古くから金属器が使われた地域で、「人工鉄がヒッタイトの時代以前に 銅生産の副産物として生まれたとする」最近の新しい鉄の起源仮説の有力地。レヴァントでの具体的な金属器の変遷過程の話に興味深々で聴講した。

鉄器素材は隕鉄が使われたのが始まりとみられるが、このレヴァントなどの西アジアの古い銅生産地などに、ヒッタイトの時代以前の鉄の伝承があり、また、最近の調査から鉄遺物がで出土するに及び、

「人工的な鉄素材の起源はこのレヴァントやキュプロス島など東地中海沿岸地帯の銅生産地で、銅生産の副産物として生まれた」とする説が脚光を浴びている。

山藤氏の講演では主に南レヴァントに視座を置いて、銅・青銅・鉄の導入と生産について、調査研究を紹介するとともに、その社会背景について考察された。



○ レヴァントの金属器導入と変遷

後期銅石器時代(全 5000 年紀頃)には初源的な銅生産が始まり、石器とともに銅器を利用する時代が始まる。銅器を使いだしてしばらくして、銅の合金技術が生まれ、次に錫青銅器を主体に使う時代となり、その後 1000 年を経て、鉄器が日常的に使われるようになった。

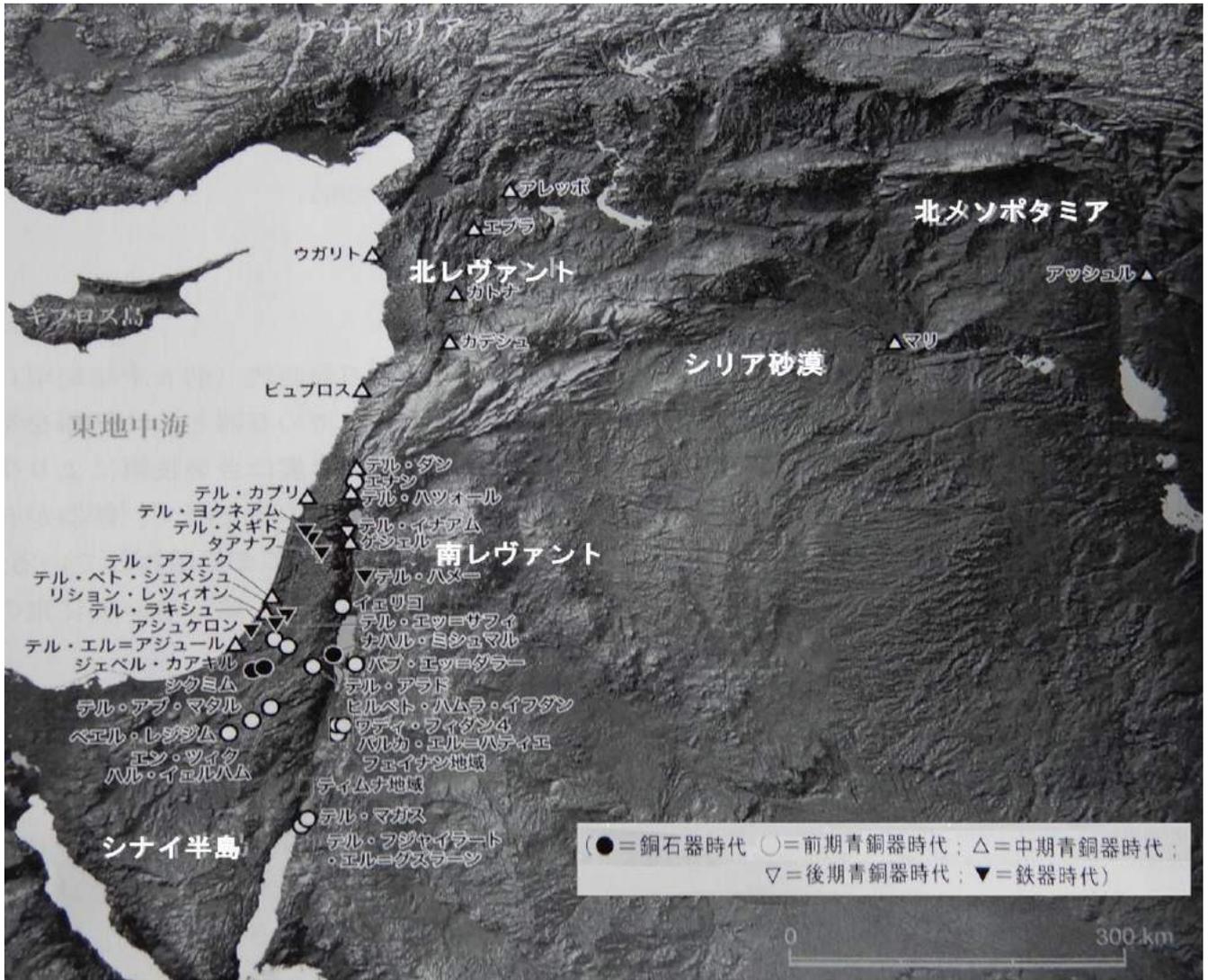


図1 本稿で言及する遺跡／古代都市の分布図

2. 金属生産の初現：銅石器時代の銅生産

○ 2種類の銅製品

- 1) テル・アブ・マタルやシクミム等の居住域では、鑿や手斧等の利器が生産（純銅）
- 2) ナハル・ミシュマル洞穴から一括出土した416点の銅製器具（アンチモン-鉛素銅）（ニッケル-鉛素銅）

→ コーカサス地方の銅鉱石を利用したか

ナハル・ミシュマル洞穴出土各種銅器
（イスラエル博物館蔵、山崎撮影）

3. 大量生産体制の確立：前期青銅器時代の銅生産

○ レヴァントにおける銅生産の発達 **南レヴァントを中心に展開した銅生産 青銅器出現前**
 銅石器時代から前期青銅器事象にかけて **大銅鉱脈があり、銅鉱石採取ができた南レヴァントで急速に発展した銅生産は 青銅器が登場する中期青銅器時代になると完全にストップしてしまう**

● **銅石器時代の銅生産 前5000年～3700年**

レヴァントにおける初原的な銅生産の始まりは前5000年頃 銅石器時代

死海地溝帯の西側の乾燥地帯にあるフェイナン地域・ティムナ地域で大規模な銅鉱脈が確認されており、そこから、銅鉱石が採掘され、地溝地帯西側のベエル・シェヴァ渓谷の諸遺跡に運ばれ、銅に加工された。

銅の溶錬は屋外で行われたようで、円形の溶錬炉跡や坩堝などが出土している。そして 精錬された銅素材から純銅の鑿や手斧などシンプルな利器に加工された。他方 死海西岸のナハル・ミシュマル洞窟からはスタンダードや王冠棍棒・棍棒頭など祭器を含む 41 もの銅製品が一括出土。

祭器の中には複雑形状で失蠟法で制作されたと考えられるものが多数あり、

原料には砒素銅アンチモン砒素銅が用いられている。概してアンチモン含有量が高い。

レヴァントでは銅石器時代すでに在地の銅鉱石を用いた日常利器生産と遠方から持ち込まれた可能性のある銅鉱石による祭器の生産という 2 重生産がおこなわれていたと考えられる。

しかし、その生産規模は小さく、せいぜい集落の需要を満たす程度。

● 前期青銅器時代 最初期の銅生産 前期青銅器時代Ⅰ期 前 3700 年～3100 年頃

この時期 ティナム溪谷からは銅鉱石採掘用の豎坑群が見つかっており、また 銅鉱石採取の近くに生産工房集落が営まれるようになり、多数の銅製品や銅生産関連遺物が出土。

生産方式は銅石器時代とほぼ同じながら、生産量が大きく増している。

◎ この時代の銅生産から、ダイレクトではないが、南レヴァントとナイルデルタとの交流があったことをうかがわせる同じ形状の銅インゴットや土製鑄型が出土している。

● 前期青銅器時代Ⅱ・Ⅲ期 前 3100 年～2500 年

この時期以降 南レヴァントでは城壁を有する大集落が次々と成立し、都市社会が発展

これに伴い、銅生産にも変化が現れる。銅鉱石採掘地近傍に地域全体を賄う大規模な精錬～製品加工までの一貫生産工房を有する拠点都市が成立し展開してゆく。

■ Ⅱ期 前 3100 年～2900 年 北ネゲヴの大型拠点都市 テル・アラド遺跡

鑿・手斧など銅製品 212 点と共に坩堝出土

このような大規模な銅生産集落が周辺になく、この遺跡の銅製品が南レヴァントの他所に流通

一方 テル・アラド遺跡に銅素材を供給してきたフェルナイン地域では大規模な生産工房がないにもかかわらず、Ⅱ・Ⅲ期大量の鉱滓を蓄積する溶錬炉が 13ヶ所にも上り、テル・アラド遺跡に銅素材を供給していたことを伺わせる。

■ Ⅲ期 前 2900 年～2500 年 フェルナイン地域 フェルナイン水系最下流

フィダン川南岸の生産拠点集落ヒルベト・ハムラ・イフダン遺跡

Ⅱ期都市化の流れはⅢ期になると これら都市が成熟し、宮殿・神殿を持つ都市へと発展し、社会の階層化がすすむとともに、この生産拠点集落と東方の鉱脈 銅鉱石採掘跡 近傍での溶錬跡と合わせ、地域全体が完結した銅生産拠点として有機的に機能しはじめる。銅製品が専門的に大量生産されていた可能性が高い。

南レヴァントの生産拠点集落ヒルベト・ハムラ・イフダン遺跡で大量生産した銅製品の流通

ヒルベト・ハムラ・イフダン遺跡で製作された 100 点を越す小型インゴットは特徴的な断面三角形の三日月形をしており、このインゴットから拡散経路が知れ、西方の中央ネゲヴ高地の居住地に広く分布

● 前期青銅器時代Ⅳ期 前 2500～2000 年

Ⅳ期になると南レヴァント生産拠点集落ヒルベト・ハムラ・イフダン遺跡での銅の生産は激減・縮小し、中期青銅器時代に入ると南レヴァントでの銅生産は一切なくなってしまう。

この現象は青銅器の出現と交易関係の変化によると考えられている。



○ 青銅の導入

中期青銅器時代 I～II期(2000～1650年頃)レヴァント全域で青銅器の本格的生産・利用が始まる

- 青銅器の出現 前2000年紀 周辺との交易の中でレヴァントに錫そして銅までもが持ち込まれ、利器としての青銅器の生産・利用が広がっていった。
- 当時の粘土板の記述などから 大規模な地域間交流の中心にはアッシリアの商人がいたと考えられている



前3000年紀 メソポタミアでは 他の地域に先んじて日用利器・武器への青銅の利用が開始されたと考えられる。南メソポタミア ウル遺跡の3000年初頭の粘土板文書は銅と青銅を区別する最古の記録であり、また同遺跡出土の粘土板文書には青銅政策には錫9～17%混ぜられていたことが記されている。一方、レヴァントに青銅が出現するのは前期青銅器時代IV期(前2500年～2000年)である。青銅へのこの移行期 錫を産しないレヴァノンでは 砒素銅広く使われ、中期青銅器時代I～II期(2000～1650年頃)レヴァント全域で青銅器の本格的生産・利用が始まり、特に武器類が墓の副葬品として出土するようになる。しかし、この時期でも砒素銅と錫青銅が併用される。

また、錫と砒素を混用した砒素青銅や鉛を混用した鉛青銅も使われている。

レヴァントでは北に行くほど錫の含有量が増えることやさらに北のシリアや北メソポタミアでますます錫青銅の利用が広がることから、錫青銅は北メソポタミアから南レヴァントにもたらされたと考えられている。

錫 前20～18世紀 メソポタミアのアッシュルとアナトリアのカニシュで継続的に交易が行われており、ウズベキスタン・アフガニスタン方面の錫がアッシュルに輸出されていました。その錫やメソポタミアの織物がアナトリアに運ばれ、見返りにアナトリア産の金銀がアッシュルに運ばれたという。これら地域間交易が盛んになる中で前2000年紀にはレヴァントにも錫が輸入されたと考えられている。

使われなくなった南レヴァントの銅に代わって

また、先述の通り、レヴァントに青銅器が出現した前期青銅器時代IV期には 南レヴァントでは 在地の銅生産が続いていたが、次の中期青銅器時代には全く生産が認められなくなる。

前2000年紀 レヴァントの生産に使われた銅もまたどこから持ち込まれたと考えられる。

化学組成等の調査から 中期青銅器時代から後期青銅器時代(前1550年～1200年頃)は キプロス産の銅インゴットが流通していたことが明らかになった。

これまでと異なり、網の目のごとく張り巡らされた広い地域間関係が成立していることがうかがえる。

このように 中期青銅器時代 西アジアの大規模な地域間交流網の中で レヴァントの青銅器生産が成立した。

このような一機に起こった地域間関係の変動は 「前 2200 頃に起こった気象変動(火山噴火による西アジアの寒冷化・乾燥化)等に起因する西アジア古代社会の再編によるもの」と講演されたが、その詳細はまだよくわかっていないようだ。

○ 鉄生産 鉄器の普及過程

レヴァントとでの鉄器の普及は漸進的で、その出現期である後期青銅器時代(前 1375 年～1 190 年頃)の後半には青銅器の方がまだ数量で凌駕し、その後鉄器時代にかけて徐々に鉄器の利用が増加していったようだ。

◆ 第1段階 後期青銅器時代 前 1375 年～1 190 年頃 中期

最古の鉄製品がみられる 北レヴァントの諸遺跡から複数の鉄製品が出土するが、南レヴァントでは出土例はごく限られ、在地で生産されたものでなく搬入品と考えられる。

◆ 第2段階 前半期 青銅器時代Ⅱ期/鉄器時代ⅠA 期 前 1190 年～1 140 年

鉄製品の出土例は増加するものの鉄製プレスレットに代表される副葬品としての装飾品で日用品なし

後半期 鉄器時代ⅠB 期 前 1140 年～1 000 年
鉄の日用品が初めて認められる。鉄製の利器(鑿・鎌など)や短剣などの武器が出土するようになったが、鉄製プレスレットもまだ出土。利器・武具類の中で鉄製は約 13%にとどまり、大多数は青銅製。

◎ 第2段階ではまだ在地での鉄生産は行われておらず、キプロスなどから製品が持ち込まれたと考えられている

◆ 第3段階 鉄器時代ⅡA 期 前 1000 年～700 年頃

全金属製利器・武器の60%以上が鉄器で占められる。特に鉄器時代ⅡA 期後半にかけて、徐々に鉄製利器・武器の比率が増加し、ついに鉄製品が青銅器を凌駕する

次の鉄器時代ⅡB 期には(前 700 年～前 600 年頃)鉄製利器・武器の増加がピークに達し、全体の80%以上を占めるようになる。一方で、装飾品は80%以上が青銅製であり、利器・武器の傾向と正反対。

鉄器時代ⅡC 期には(前 600 年～前 539 年頃)鉄製利器・武器の比率は70%をしたまわる。

6. まとめ

銅生産は前5千年紀後半から本格的に始まった。当初は銅鉱石を集落まで運搬する小規模な生産であったが、都市社会が既に成立したEB III期には銅鉱石の採鉱から製品加工まで一連の工程を一地域で行なう大規模で体系的な生産体制が確立した。

在地の銅生産が衰退していく過程で、前2000年頃以降、青銅は徐々に利用されるようになった。しかし、当初は錫が不足しがちであったためか、砒素銅も用いられた。前2千年紀前半には、青銅器の利用が一般化した。この背景には、アムル系王朝の勃興による国際交易網の発達と考えられる。

前13世紀頃に鉄製装身具が外部から搬入されるようになり、前10世紀以降は在地の鉄生産が始まり、鉄器が青銅器を圧倒するようになる。この背景には、国際交易の衰退による錫の不足などが囁かれたが、現在は否定されている。鉄生産の背景には、他の社会的・政治的な理由が考慮されるべきである。

興味深々だった鉄の起源の解明につながる銅の製錬との関係については今回残念ながら聞かれず、鉄の起源の解明には まだまだ、さらなる検討が必要だと感じました。

3. 河江肖剰氏「ギザのピラミッドの銅と鉄」 講演要旨



ギザの大ピラミッド出土の鉄器 と ツタンカーメンの短剣

ギザの大ピラミッドを作り上げる力は銅の利器である。

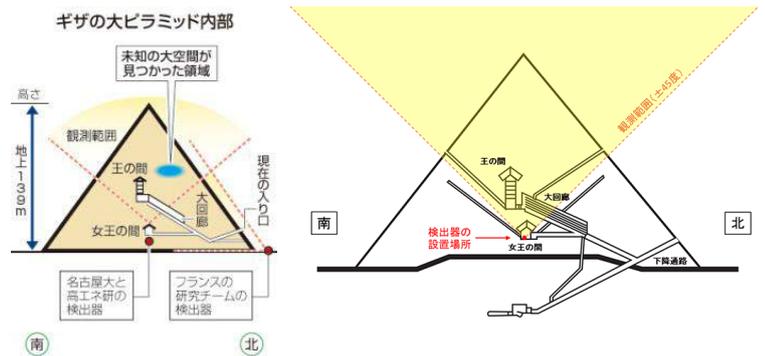
エジプトの鉄器は5000年前からも発見され、また、鉄も採れるが、採掘されるのはずっと後の時期であり、ほとんどが隕鉄とみられている。(あまり調査されていない)

エジプトでは鉄は「空から降ってくる金属」と呼ばれ、隕鉄を指していて、ツタンカーメン王のミイラのそばにあった短剣はかつて「ヒッタイトの贈り物」と考えられていたが、隕鉄製と判明している。

ギザの大ピラミッドは現在のカイロの中心より南西 12 キロに位置し、エジプト王区分でいう古王国時代第 4 王朝(紀元前 2543~2436 年頃)に建造され、内部には「王の間」「女王の間」「地下の間」の 3 つの部屋と「大回廊」「水平通路」「上昇通路」「下降通路」という 4 つの通路が見つかった。

最近 ギザの大ピラミッドで、名古屋大学などからなる研究チームが、宇宙から飛来する「ミュオン粒子(ミュオン)」を使って未知の巨大な部屋を発見。おおきな話題となった。

チームは、ピラミッド中心近くにある「女王の間」に検出器を設置し、宇宙からピラミッドをも通過してくるミュオン粒子を捉え、「大回廊」の空間の上にもうひとつ、「王の間」へと続く未知の空間があるのを発見したとしています。



◎ ピラミッドで発見された鉄

大ピラミッドで発見された鉄の板は「王の間・玄室」の南の壁に設けられた外まで続く 45 度の角度で南の空に向かっていている孔で見つかった。このことから、通気口ではなく、おそらく王の魂がオリオン座のベルトの三つ星まで、登るように設計されたと考えられている。また、この鉄の板は隕鉄製でなく、いろいろ憶測を呼んでいてその来歴ははっきりしない。

◎ 古代エジプトの銅器

古代エジプトにおける銅の使用は紀元前 4500～4000 年頃まで遡れ、ピン・ビーズ・プレスレット・指輪・ナイフ鑿など多様な銅製品が当時の墓から出土している。

多くは自然銅とみなされてきたが、製錬されたものもあるとみなおされるようになってきた。

銅の鉱床は東方砂漠や現在のスーダン北部で見つかっており、古王国時代の製錬設備ガブヘンで発見されている。

もっとも重要な鉱床はシナイ半島で、初期王朝から古王朝時代の王たちのレリーフや碑文が多く見つかっている。

また大量の鉱滓の山も見つかっている。



◎ ピラミッドで発見された銅器

女王の間の北と南の壁には玄室と同じく通気口があり、おそらく「王の生命力」? が天に上る孔と考えられ、この北側の通気口から、銅製フックと粗玄武岩の丸いハンマー そして 取手とおぼしき木片が見つかり、儀式で使用された道具と推測されている



4. 討論他 今回の新保の受け止め



エジプトでも早くから鉄が見つかるが、今回の報告はギザの大ピラミッドについての報告が主であったこともあり、エジプトにおける銅器や鉄器の変遷等についての報告はなく、よくわからずでした。

この大ピラミッド建造の時代の銅利器は 青銅だったのか純銅なのだろうか・・・????

また、エジプトでは古くから隕鉄製の鉄器が見つかり、ピラミッドのような巨大建築物が作られているにもかかわらず、鉄器の利器としての発展はなぜ進まなかったのだろうか・・・????

また、エジプトの他の地域との交流 特にエヴァント・アナトリアの交流が今回のシンポで少し見えたが、具体的なエジプト側からの具体的な事象はどうなのだろうか・・・

後の総合討論の中で話題になったが、エジプト・エヴァント・アナトリアの相互間の編年もまだこれから。西アジアで生まれて、ユーラシア大陸を東遷した人工鉄・利器としての鉄。その鉄の起源の解明もまだこれから。隣接する西アジア全体の地域交流を解き明かすことも今後の重要キーになるのではないかと感じたシンポジウム。「ヒッタイトの時代以前に 西アジアのどこかで、銅の生産の中で銅の副産物として、取り出された人工鉄素材」と提案された鉄素材の起源アプローチ。簡単に道筋がつくかと思って今回楽しみだったのですが、まだこれから。ますます愛媛大東アジア研究所の役割が大きくなると感じ、今後 10 年の展開に大いに期待しています。次の報告が待ち遠しいシンポジウムでした。

◎ 聴講使わせて記録作成に講演メモとともに使わせてもらった資料

1. 第10回 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 - 予稿集 2017.11.25.
2. 愛媛大東アジア古代鉄文化センター ユーラシア大陸 メタルロードの探求 概略図



◎ 参考 和鉄の道・Iron Road by Mutsu Nakanishi

- 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 聴講記録
- 第18回アジア歴史講演会 「鉄の起源の探究」成果報告 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-」
 - 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 2015.11.7.
「古代世界の鉄生産 中近東から東アジアまで」
 - 愛媛大東アジア古代鉄文化研究センター 第9回 国際学術シンポジウム 2016.12.3
東アジア古代鉄文化研究センター設立10周年記念 古代ユーラシア アイアンロードの探求
「鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史」 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



愛媛大学東アジア古代鉄研究センター村上恭通教授らが進める関係各国連携プロジェクト
「鉄の起源・ユーラシア大陸の東西を結ぶ古代メタルロードの探求」

遊牧民の鉄の道・Metal Road「草原の道」の南にはオアシスをつなぐ通商路「シルクロード」があり また、さらに南にはインド・中国への鉄の道・metal road「南西シルクロード」も存在する



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

西アジアに起源を持ち、ユーラシア大陸を西から東へダイナミックに伝播し、そして日本に製鉄技術がもたらされた。村上恭通教授を中心とする愛媛大学東アジア古代鉄文化センターは、長きに渡り、中国やモンゴル、トルコ、ロシア・ハカス共和国、カザフスタンなどのユーラシア大陸の諸国・日本の研究者をも巻き込んで、ユーラシア大陸諸国での製鉄遺跡の共同調査および研究交流を推進。数々の成果を挙げ、来年にはこの連携プロジェクトの一括成果をまとめて国際会議を開き、区切りをするべく。

「鉄の起源並びに時代を超えた製鉄技術伝播の道<メタルロード>解明の連携プロジェクト」成果例

- ◆ 人口鉄を初めて作ったとされてきたヒッタイト以前の最古の鉄を 西アジア アナトリア高原カマンカレホック遺跡で発掘。ヒッタイトが人工鉄を初めて作ったとの定説を覆す
- ◆ 鉄の起源に迫る銅主産地「パレスチナ」「キプロス」での銅製錬と密接な関係を示す多数の出現期鉄器の存在の確認と同時期のパレスチナ製銅遺跡出土の鉄滓・小鉄塊の調査
- ◆ ヒッタイト滅亡後、ユーラシア大陸伝播の出発点 古代鉄東運の鍵を握るジョージア周辺の製鉄遺跡群調査
- ◆ ロシア 西シベリア・モンゴル匈奴の製鉄遺跡調査 中央アジア草原の道とシベリア遊牧民は製鉄を含め生産基地を持たないとする定説を覆し、遊牧民は製鉄を行っている
- ◆ 四川成都高原の蜀・漢代の製鉄遺跡の調査等々
- ◆ 黄河・中原が製鉄の根拠地とみられてきた中国古代 蜀・漢代成都平原を中心とした製鉄遺跡群
- ◆ インド・スリランカ・東南アジア伝播の道も。スリランカの珍しい自然送風巨大箱型炉を思わせる風炉

この連携プロジェクトにより、鉄の起源・鉄のユーラシア大陸東進の道が今解き明かされつつあり、毎年 一度 その年の成果報告を中心に鉄の起源・鉄のユーラシア大陸東進の道(Metal Road)の話が聞けるうれしいシンポジウムが開催されてきた。今回は新たに ウラル・モンゴル・西シベリアの古代製鉄遺跡そしてインド・スリランカ・東南アジアの古代製鉄なども紹介され、ユーラシア大陸鉄東進のメタルロードが解き明かされつつあると強く感じました。また センセーショナルに伝えられたパレスチナでの製鉄現場での鉄・小鉄塊が鉄の起源とのイメージも強くなってきたと。来年の成果まとめに益々期待が膨らんでいます。

ユーラシアメタルロードの探求

Iron Road through Eurasia



1. 人工鉄の起源の探求 ヒッタイト以前の時代の出土鉄器

最初の鉄は 東地中海沿岸で 銅製錬の副産物として誕生した可能性がある



銅生産の副産物として 鉄がうまれた??? まだ この仮説の証拠ははっきりしない

鉄の発明・普及をめぐる説の変遷

19世紀
旧約聖書の記述(ペリシテ人の鉄独占)に基づき、鉄器外來說(欧州方面)が唱えられる

20世紀半ば
ヒッタイト帝国の再発見による「鉄を生みだした民族」イメージの形成
アラジャホック(トルコ)でのヒッタイト以前の最古の鉄剣の発見(1930年代)
「ヒッタイトによる鉄独占」「ヒッタイト滅亡により製鉄技術の秘密が周辺地域に漏れ・・・」

20世紀後半・・・考古資料の蓄積に依拠した議論の開始
J. Waldbaumによる出土鉄器集成“From Bronze to Iron” (1978)
論文集Th. Wertime & J. Muhly (eds.) “The Coming of the Age of Iron” (1980)
→キプロス・パレスチナ(イスラエル)が鉄器時代開始の先駆けた地域とみなされる
→なぜキプロス? 銅の主要生産地

→「青銅器時代末期の青銅器(特に錫)の不足が、鉄器への移行を促進したのではないか？」
最初のアイデア:A. M. Snodgrass, “The Dark Age of Greece” (1971)

→1980年代以降、初期鉄器時代の青銅器に錫が10%以上含まれる事例が次々と報告され、この説は見直しを迫られる=現在も定説なし

世界各地の金属器使用段階

2015.12.6 国際シンポジウム「古代世界の鉄生産—中近東から東アジアまで—」津本英利氏講演スライドより

年代	アフリカ	ヨーロッパ	アジア・地中海	オリエント	インド	中国	日本	ポリネシア
前 10000 年	石器時代	石器時代	石器時代	石器時代 最初の銅製品	石器時代	石器時代	縄文時代	無人
前 5000 年		最初の銅製品	銅石器時代	銅石器時代	最初の銅製品	最初の銅製	西アジアでも 鉄が発見されて すぐに鉄器時代に移行したのでは なく、鉄器時代への移行に1000年 もかかっている。 「鉄」と「銅」がそうであるように「銅 は柔らかく」「青銅は硬く強い」 鉄の出現で、一気に鉄器時代にな ったわけではなく、青銅器時代が 長く続いた一つの一員でもある	
前 3000 年		銅石器時代	キクラデス文化 (青銅器時代)	ウルの王墓 最初の鉄製品	インダス文明 (青銅器時代)	最初の青銅		
前 2000 年		青銅器時代	ミノア文化 ミケーネ文化	ヒッタイト帝国		二里頭文化 (青銅器時代) 埋蔵銅器文化		商王朝(殷)
前 1000 年		鉄器時代	鉄器時代	ルリスタン青銅器 (青銅刀) ウラルトゥ王国	鉄器時代	春秋時代	三崎山遺跡	(石器時代)
紀元前後	鉄器時代	ローマ帝国	ローマ帝国	ケルト人 アレキサンドロス大王 ベルシャ王国	ウーツ鋼	戦国・秦漢	弥生時代	移住と拡散
1000 年		鉄鉄・ベッセマー法		ダマスカス鋼		北宋	(鉄器時代) 古墳時代	モアイ像
現代 近代製鉄							たたら製鉄	鉄器時代

この金属器使用段階地図の中 ヒッタイトが人工鉄を最初に作ったといわれてきたが、その前の紀元前19世紀から10世紀当時の銅主要生産地 パレスチナ・キプロスの地中海沿岸で 素材のルーツは不明なるも多数の鉄器が出土。さらに鍛冶遺跡など数多くの製鉄関連遺跡が出土し、人工鉄のルーツと銅生産の関係に着目した検討が進められている。



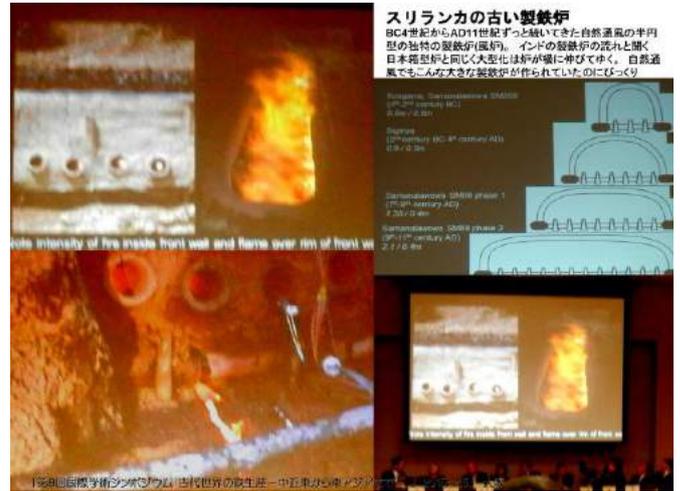
2. ヒッタイト滅亡後 鉄器は 西アジアから ユーラシア大陸を東へ伝播

西アジアから東アジアへ 鉄器が伝播した道「ユーラシア大陸の東西を結ぶメタルロード」があった

関係各国協力しての調査研究で 今 そのメタルロードがペールを脱ぎはじめています



すでに調査研究が報告された中国成都高原での古代製鉄や中央アジアモンゴル高原「匈奴の鉄」について、今回 北アジア・ロシア(カスピ海周辺) & シベリア バイカル湖周辺や南のインドや東南アジアでの古代鉄調査の一端も紹介され、ユーラシア大陸の東西が古くからメタルロードで結ばれ、古代製鉄技術伝播の様子が見えてきている。



愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター(AIC) 主催
朝日新聞大阪本社・大阪府立弥生文化博物館 後援

愛媛大学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
古代世界の鉄生産—中近東から東アジアまで—
Iron Production in the Ancient World - From Near East to Eastern Asia

開催日時 2015年12月6日(日) 13:00~17:00

会場 エルおおさか会議室(南ホール)
大阪府大阪市中央区北浜東3-14

＜ごあいさつ＞

自然科学的分野が進歩したことにより、古代の鉄・鉄器生産の研究も大きく進展しました。しかし、社会科学の分野では、製鉄史や政治史といった遺構や鉄器・炉壁といった遺物のものから生産技術にアプローチする研究は決して多くはありません。そのことを理解するためには製鉄や政治の関係を正確に解明し、技術を復元し、また発掘や研究の成果を共有する必要があります。今回の愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター(AIC)国際学術シンポジウムは、製鉄の起源と伝播の「遺構・遺物」から考え、一共同研究者が集い、ここに開催しました。

東アジア古代鉄文化研究センター長 村上恭通

村上恭通
愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター(AIC)

発表者・パネリスト

 ギリアン・ジュリエフ Gilbert Julier エクスター大学 (フランス王国)	 セルゲイ・カズミキ Sergei Kazumiyki ロシア科学アカデミー 考古学研究所(ロシア)	 ルドミラ・コニャロワ Ludmila Konyalova ロシア科学アカデミー 考古学研究所(ロシア)	 サギンディク・ジャイルバエフ Sagindyk Jaalilbaev カラガンダ大学 (カザフスタン)	 新田 崇徳 京都大学
 ペトル・アンバリーノフ Petr Ambarinov 国立言語・文学・歴史研究所 (ハカス共和国)	 ピーター・アムバリーノフ Peter Ambarinov 国立言語・文学・歴史研究所 (ハカス共和国)	 渡本 泰典 Yusaku Kato 古代オリエント博物館 (ロシア)	 安岡 拓巳 Hiroshi Takahashi 広島県立広島大学	 新田 崇徳 Shinjiro Nishida 京都大学

古代世界の鉄生産—中近東から東アジアまで—
東アジア古代鉄文化研究センター(AIC)長 村上恭通

近年、古代の鉄生産に関する国際会議やワークショップが世界のどこかで開催されており、このことは製鉄の歴史に関する関心の高さを示しています。鉄に対するさまざまな自然科学的分野に基づいた研究も発展し、製鉄史の研究に対して大きく貢献しています。鉄の性質に関する情報や製作技術については、顕微鏡的な研究は極めて有効です。その一方で、その分析の対象となる鉄が、どのような施設で生産され、また当時の人々がどのようにして活動したのか、といった点に関しては必ずしも十分に研究されているとはいえません。これは遺跡と対峙する考古学や年代学の課題でもあります。鉄生産と同生産技術、原始的なコウルク炉の研究がさらに必要となるでしょう。その後の西アジアにおける鉄生産の発展についても研究が進みつつあります(津本義利氏)。この鉄生産技術は、地中海沿岸地方を離れて、黒海やカスピ海沿岸に伝わり、紀元前10世紀前後には確立してそこで生産が行われていました。銅鉄技術は鉄生産開始のシフト点として評価できるとして(セルゲイ・カズミキ氏、ルドミラ・コニャロワ氏)。

この地域の金属技術は前期青銅器時代以降、東のシベリアにも大きな影響を与えてきました。スキタイ時代以降、南シベリアのタガール文化、テンジク文化そしてタシテイク文化はこの地域の影響を受けたが製鉄技術や鉄器生産技術も確立します。この南シベリアにおいては、過去、マフラス・シムコフ氏が精力的に金属生産遺跡を築物調査し、数々の著作を刊行しました。現在、ハカス共和国言語・文学・歴史研究所とAICは協力してテンジク文化の製鉄遺跡を築物調査しています(ピーター・アムバリーノフ氏)。またその南に広がるモンゴル国富都拉においても、モンゴル国立科学アカデミー考古学研究所とAICの共同調査が進行中であり、匈奴時代の製鉄遺跡が発見されています(徳田明孝氏)。

一方、ユーラシアステップ地帯の中で広大な面積を有するカザフスタンにおいては、鉄技術の伝播を考慮する上で大きなシンポジウムでした。著名な初期青銅器時代のケント黒塚遺跡に隣接するアラブ遺跡において、その下層から銅製鉄遺跡が発見され、さらにその上層では鉄製鋼に伴うスラグを多数出土しました。その年代は紀元前10世紀を超え、黒海沿岸地域における製鉄の開始時期に匹敵する年代を示しています(サギンディク・ジャイルバエフ氏)。今年度より、アラブ遺跡の共同調査を開始しました。

この中部カザフスタンの発見は、中国における鉄製品の出現に対して大きな意味をもたります。現存、中国最古のスズ鉄(鋼鉄ではない)は殷代までさかのぼり、中国西北部に分布します。この地域はカザフスタンと直接接しています。アラブ遺跡は中国とカザフスタンの製鉄遺跡から、この中国西北部に鉄が運ばれ、最古の鉄器文化が萌芽したのです。ただし、その後の中国における製鉄技術の発展は複雑で、銅製鉄技術の影響を受けたが、中国独自に発展し、黄河流域・長江流域などで異なる鉄文化が誕生しました。現在、四川省成都博物館、四川大学はAICは成都平原における製鉄遺跡の調査を実施し、漢代以降の鉄生産について研究を推進しています(李秋福氏)。

以上のように、ユーラシア大陸北半部における鉄生産の様相に対して、大陸北半部にはどのような製鉄遺跡があるのでしょうか？南アジアのインド、スリランカでも古代の製鉄遺跡の発見が相次いでいますが、とりわけスリランカの自然通風の風炉型製鉄については、精細に解明されています(ギリアン・ジュリエフ氏)。また東南アジアでも製鉄遺跡の調査例が増加しつつあり、製鉄技術についてもその経緯と系統について高い関心が寄せられています(新田崇徳氏)。

このような大陸の様相と比較して、日本列島の製鉄はどのように展開したのでしょか？一般的には、朝鮮半島から直接的な影響を受けて製鉄が始まったと考えられています。朝鮮半島の製鉄は基本的に中国の製鉄技術のコピーであり、製鉄の原理は戦国時代・漢代の製鉄技術と同じです。しかしながら6世紀に始まる日本の製鉄は朝鮮半島との直接的な接点が少なく、その技術の成立の要因はわかり難いです(安岡拓巳氏)。

今回の国際会議は製鉄遺跡の考古学的コンテクストを重視します。これから古代製鉄研究の新たなステージが誕生することを確信しています。

モンゴル考古学研究所との共同調査

ハカス共和国国立研究所との共同調査

今回のシンポをふくめ、今までのシンポジウム聴講で見聞した「鉄の起源探求そして 西から東へユーラシア大陸を東進した古代鉄と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》」について、2016年1月 和鉄の道・Iron Road home page に

鉄の起源・鉄の伝播探求 Review 2015《ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road》として私の聴講記録として レビューさせていただきました。

《愛媛大学 東アジア古代鉄文化センター鉄の起源の探求 シンポジウム 聴講記録》リスト
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》

【和鉄の道・Iron Road】 掲載参考資料 by Mutsu Nakanishi



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



1. 日本のたたら製鉄の源流を考える 2007.10.27.
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???
<http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/8iron02.pdf>
2. 日本のたたら製鉄の源流を考える 2008.2.5..
愛媛大学 東アジア古代鉄文化センターシンポジウム
「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
<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0802road.htm>
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???
3. 愛媛大学 東アジア古代鉄文化センター シンポジウム
「たたら製鉄の歴史と技術」聴講概要 2009.11.28
<http://www.infokkna.com/ironroad/2009htm/2009iron/9iron14.pdf>
4. 愛媛大学東アジア古代鉄研究所 国際シンポジウム「鉄と匈奴」 2013.11.9.
第6回国際シンポジウム「鉄と匈奴 游牧国家像のパラダイムシフト」概要抜粋
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 モンゴルの游牧の民「匈奴」が独自の製鉄技術を持っていた
<http://www.infokkna.com/ironroad/2013htm/iron9/1311kyoudo00.htm>
5. 愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センター「鉄の起源の探求」成果報告聴講まとめ 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-」
<http://www.infokkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1503tetsunokigen00.htm>

大阪弥生文化博物館 2016年春季特別展「鉄の弥生時代 - 鉄器は社会を変えたのか? -」展

特別展第1回考古学セミナー 愛媛大村上恭通教授講演

「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」聴講メモ 2016. 4. 30.

村上恭通教授講演スライド集抜粋整理 & 図録整理

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



特別展考古学セミナー 愛媛大村上恭通教授講演「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」 2016.4.30.

鉄の道具は稲作や青銅器とともに、弥生時代の象徴といえるものです。鉄器はその切れ味、頑丈さで作業の効率を劇的に高め、弥生人の生活に革命をもたらしました。貴重な素材の入手や高度な技術が必要な加工は、権力者の成長、クニの発達、戦いの激化との関連で考えられ、弥生社会を変えた素材として、鉄は大きな意味を与られています。

一方、土中で錆びて消滅する、また新たにリサイクルすることができるという鉄の性質から、出土鉄器の評価には難しさが存在します。たとえば、近畿地方は鉄器の出土が少ないにもかかわらず、「見えざる鉄器」として多数の鉄器の保有、そしてそれを可能にした「国力」が推測されてきました。さまざまな弥生時代の鉄の問題をどう理解していくか。

鉄だけでなく、石、木といった深くかかわる素材も合わせて、最初の鉄器、石器から鉄器への変化、鉄器の生産技術、権力者の鉄などの側面から考えます。

(弥生文化博物館 ホームページ 特別展案内より)

4月23日～6月19日まで 大阪弥生文化博物館で2016年春季特別展「鉄の弥生時代- 鉄器は社会を変えたのか? -」展が開催中。この特別展に合わせた考古学セミナーが4回企画されていて、その特別展第1回考古学セミナーとして、4月30日午後、愛媛大村上恭通教授講演「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」が開催された。

すでに何度かご紹介しましたが、村上教授は日本の古代鉄文化研究を代表する口語学者の一人で、現在周辺各国の研究者との「鉄の起源」・「ユーラシア大陸の東西を結ぶメタルロード探求」の共同研究を推進中で、数々の新しい発見成果を上げる。

西アジアで生まれた鉄がユーラシア大陸を西から東へ東進して、中国・朝鮮半島そして日本に伝来するその過程について何度か聞かせていただきましたが、今回は最近の研究成果を中心に「鉄の起源からユーラシア大陸を東進する道筋とともに、その過程でどのように発展し、日本弥生時代の鉄伝来へとつながってゆくのか?」をまとめて聞くことができる絶好のチャンス。日頃からややもやしている弥生時代の鉄の展開についても 特別展並びにセミナーを通じて知ることができるので4月30日大阪弥生博物館にて、講演を聴講させていただきました。



何度か聴講させていただいたユーラシア大陸の東西を結ぶ鉄の道「メタルロード」。西アジアから東へメタルロードを通過して中国・日本へ東進した鉄がそれぞれの通過地点での鉄の発展史とそれが一つの道として繋がって、日本への伝播が成し遂げられた様子がコンパクトに整理してよく理解された。まさに「ローマは一日にしてならず」です。私にとってはフレッシュな村上先生の鉄の道テンバの視点 うれしい講演聴講でした。

また、特別展については こちらも「疑問だらけの弥生時代の鉄」をストレートに取り上げ、その疑問を最近の研究成果からレビューし、解き明かす特別展。「弥生時代の鉄」の今までの常識を置き換えるうれしい特別展でした。今回は超スピードで約1時間ばかりしか見ることができませんでしたが、展示の写真もokなどで、次の考古学セミナーの時に早く出かけ、見ゆっくり見て、再度ご紹介したいと考えています。今回は、最近の研究成果から従来の「弥生時代の鉄」の常識を塗り替える特別展が開催されていることをご紹介するとともに、愛媛大村上恭通教授講演「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」について 講演資料として参加者にいただいた講演スライド集を私なりに整理して 村上先生の講演概要のメモを作り、聴講概要とさせていただきます。

また、特別展の概要として 今回の特別展テーマである「弥生時代 鉄器は社会をかえたのか? 弥生の常識と新事実の間にある弥生の鉄への疑問」について 特別展の図録から抜き書き整理しました。

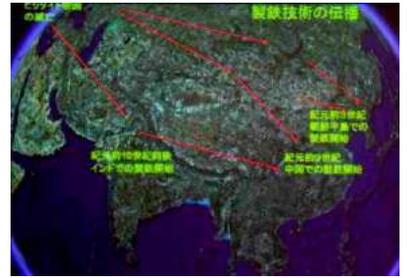
古代史ブームの真っただ中ですが、日本人のルーツである縄文や弥生時代の時代の認識が古い常識のまま、これでは古代史そのものも見誤る恐れあり。

この特別展は小規模ながら、旧態依然とした弥生時代の時代感を弥生時代の鉄文化研究の最近の研究成果から見直し、「新しい弥生時代の時代感」そして 引き続く日本の古代史を眺める新しい視点を提供してくれる。素晴らしい企画でした。ご興味のある方は、ぜひ 一度 足をお運びください。

◆「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」

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

ユーラシア大陸を西から東へ数千年をかけて東進して、日本に伝えられた鉄
ユーラシア大陸のメタルロードで 3つのstage を経て 鉄は東へ伝播した
そのプロセスの理解なくしては 弥生の鉄を理解できない。



◎ 第1のstage : 第1波

見つかった鉄そのものの姿
小鉄塊が稀少価値 宝物性を持つ

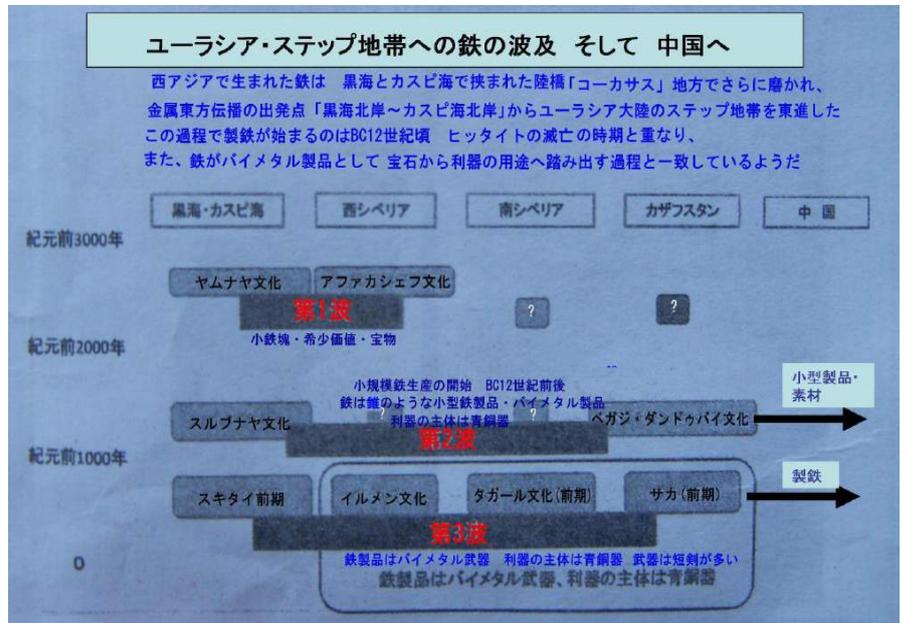
◎ 第2のstage : 第2波

稀少・利用価値のある金属 威信性
金柄鉄剣など複合鉄器(バイメタル)
その稀少性・利用価値ゆえ
金以上の価値があった鉄

このstageの過程で
小規模製鉄がはじまったようだ

◎ 第3のstage : 第3波

広く実用利器としての利用
本格的な製鉄技術の確立



◆ 弥生時代の鉄は社会を変えたのか? 弥生時代の鉄への疑問? リスト

1. 弥生時代の始まりから 鉄器はあったのか?
C14 加速器質量分析法による絶対年代計測の普及から旧弥生時代の年代観への疑問
2. 弥生時代は水田稲作の時代 農工具は石器から鉄器へ本当におきかわったのか?
3. 弥生後期 各地で拠点集落が多数消えてゆく これはなぜ 鉄がかかわっているのか?
4. 見えざる鉄器論争 鉄器が少ないのは土中で腐食して きえたから?
弥生時代 畿内では後期になっても鉄器の出土数は先進地に比べ極端に少ない
5. 弥生の戦さ 鉄製武器への変化 鉄が弥生の戦を誘発したのか
6. 弥生時代の鉄 威信材と実用鉄器 これらにより変化した弥生の社会 ほか

◎弥生時代の鉄は社会を変えたのか?

資料

- ◎ 2016年春季特別展「鉄の弥生時代 -鉄器は社会を変えたのか-」展 図録 大阪弥生文化博物館
 - ◎ 「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スライド集
- 【和鉄の道・Iron Road】 下記報告の他に 多数関連報告あり。HPの和鉄の道リストより検索ください
- ◎ 鉄の起源 & ユーラシア大陸のメタルロード探求 愛大国際シンポジウム聴講記録 サイトリスト
<http://www.infokkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1512metalroadweb.pdf>
 - ◎ 弥生の戦さ <http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/6iron14.pdf>
 - ◎ 近畿 弥生時代後期 「幻の鉄器」の時代」という考えには疑問符
<http://www.infokkna.com/ironroad/2011htm/iron7/1103iron00.htm>
 - ◎ 南北市糴(してき) 朝鮮半島と倭を結ぶ「和鉄の道」 2011.9.1.
<http://www.infokkna.com/ironroad/dock/iron/11iron08.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 2016.4.30.

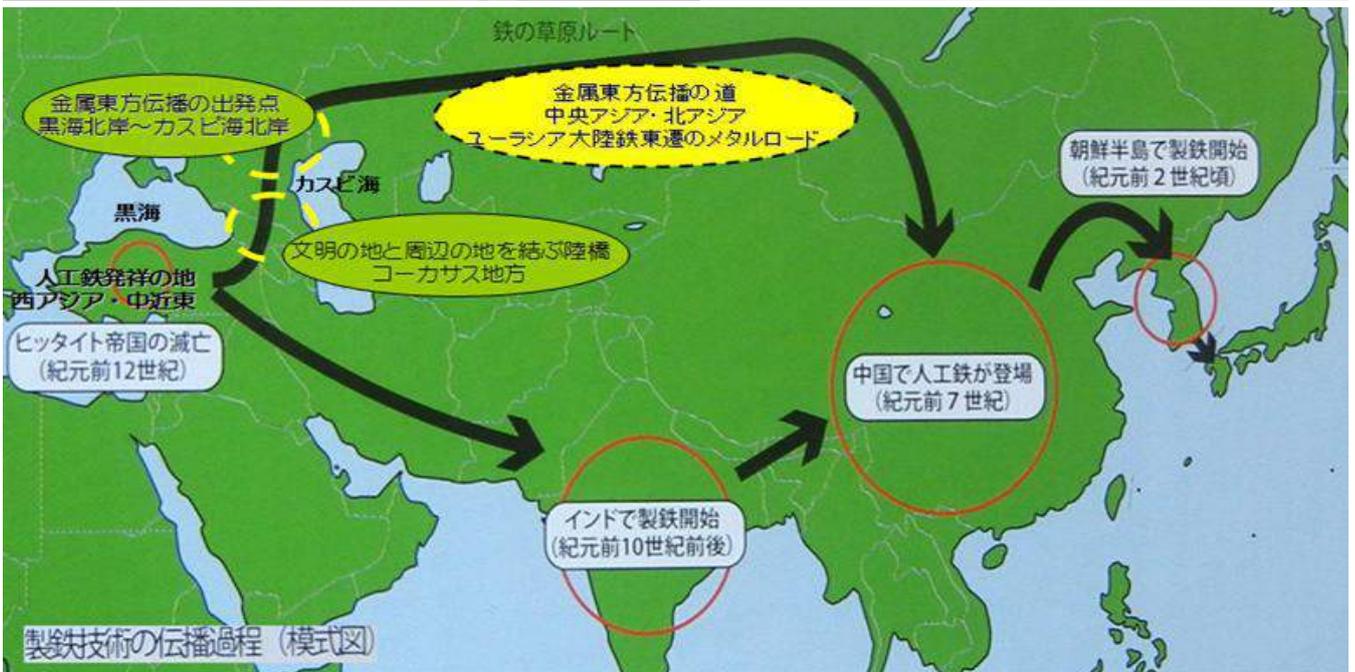
整理資料 村上恭通教授 講演スライド集より



平成28年度春季特別展・開館25周年記念
鉄の弥生時代—鉄器は社会を変えたのか?—
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
愛媛大学
東アジア古代鉄文化研究センター

内容(コンテンツ)

1. 鉄とその価値の創出—中近東—
2. 陸橋における「文明」と「周辺」の境界—コーカサス地方—
3. 金属東方伝播の出発点—黒海北岸～カスピ海北岸—
4. 中央アジア・北アジアにおける利器の鉄器化
5. 中国における利器の鉄器化
6. 中国周辺地域における利器の鉄器化
7. ユーラシア大陸と日本列島・弥生文化の鉄



鉄東遷の道 ユーラシア大陸 メタルロード 概略図

図録にあった製鉄技術の伝播過程(模式図)に講演に出てくるポイントを書き加えました

ユーラシア大陸の西端 西アジア・中近東で生まれた人工鉄がユーラシア大陸の中央 森林限界に沿う草原の道(村上先生はこの道をメタルロードと呼ぶ)を東遷して、東端 中国・日本に伝来する。この10年 このメタルロード周辺各国並びに日本の研究者たちとの共同発掘・調査研究を通じて数々の成果を上げている村上先生他愛媛大学東アジア古代鉄研究所のグループ。

その成果報告会等に参加させてもらって、ユーラシア大陸を東遷する鉄そして その製鉄技術についての新しい発見等の成果を何度か聞かせてもらっている。その報告会に参加するたびに 新しい発見・知見におどろくうれしい 村上先生の講演である。

今回は「ユーラシア大陸を東遷してゆく鉄の発展史」。

「どんな切り口で 鉄のユーラシア大陸東遷をレビューされるのか? また、鉄のユーラシア大陸東遷の新しい発見が聞かせてもらえるのか?」胸ワクワクで参加させていただいた。



愛媛大でのメタルロードの講演スライドより

毎度のことながら 講演会場である弥生文化博物館のホールには整理券で場所を確保した参加者約 200 名で満員。会場には入れなかった人のために用意されたロビー スクリーン映像で講演を聞ける場所も満員。 弥生時代の鉄 そして村上先生の講演を楽しみにしているファンが実に多い。

スライド約 60 枚を使って約 2 時間「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」の講演。

スライド 1 枚 1 枚がほしい人工鉄ユーラシア大陸東遷の発達史。 数千年をかけて ユーラシア大陸を西から東へ東進する鉄・製鉄技術の発展史が実によく整理され、おかげで 全体像がすっきりと頭に詰め込むことができ、うれしい講演。 どれだけ伝えられるかわかりませんが、私なりの受け留めを整理して メモを作成しました。

講演要旨 まとめ 講演に添付されたスライド 60 枚にまとめられた村上先生の要旨を整理

1. 弥生時代の鉄を眺める視点について

弥生時代の鉄については 朝鮮半島・中国の鉄なくしては議論できない。これまでは せいぜい東アジアの枠組みで議論されてきた。しかし、漢代の中国 原三国時代の朝鮮半島と弥生時代の鉄を単純に比較すると当然類似点はあるが、それはわずかで、むしろ量的・質的に大きな格差が目立つ。弥生社会にとっての鉄の意義を東アジア的視点で考えるためには中国、朝鮮半島がいかんして鉄器化した社会を築き上げたのか、そのプロセスを検討することが重要。

つまり、同時代の接点を比較するのではなくプロセスの比較が重要と考える。

また、東アジア鉄器文化の中核を担った中国ですら、鉄の発生地でなく、ユーラシア大陸という広い視点に立てば、周辺伝播地である。中近東(西アジア)を舞台として 人類社会に鉄が誕生して以降、利器としていかに浸透していったのか、ユーラシア大陸における東アジアの、東アジアにおける弥生時代の鉄の意義と特質について明らかにしたい。

2016.4.30. 弥生文化博物館 村上恭通先生講演スライドより

中国 成都高原で発掘された 前漢・後漢時代の製鉄炉や放置された鉄塊の大きさを見れば、弥生時代の日本の鉄とは比較にならぬ大きさに驚嘆。 鉄牛村で発掘された 後漢時代の鉄塊一つで ほぼ日本の弥生時代トータルの鉄量に匹敵すると。 そんな鉄塊が中国には当時 ごろごろ。

日本の鉄・鉄技術と中国を同時代での比較しても その接点の見ようがないことがよく理解できる。

鉄牛村遺跡

巨大鉄塊の出土 耐火レンガ 土器片

後漢



鉄牛村製鉄遺跡全景



大鉄塊



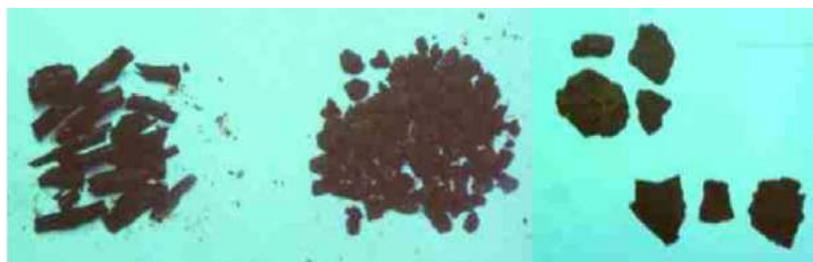
散在する耐火レンガ

古石山遺跡

1 世紀 漢代の巨大製鉄炉が立ったままで出土した。また 崖には大量の鉄滓が堆積していた。



中国四川省成都市平遥 古石山遺跡で発掘された巨大製鉄炉
古石山は「新羅国」に後漢時代の製鉄場として整備するといふ



出土した炭・製鉄原料・鉄滓

2. 鉄とその価値の創出

鉄が発見・発明されてから 実用利器として広く使われるまでの3つのステージ

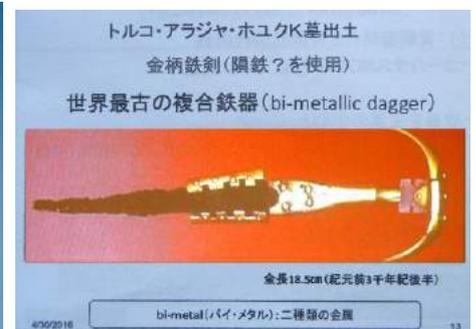
- ◎ 第1のstage：見つかった鉄そのものの姿 小鉄塊が希少価値 宝物性を持つ
鉄が出現した紀元前4000年頃 青銅器の時代 銅以上の価値
人工鉄は銅精錬の副産物として見つかった
- ◎ 第2のstage：希少・利用価値のある金属 威信性 金柄鉄剣など複合鉄器(バイメタル)
その希少性・利用価値ゆえ 金以上の価値があった鉄
このstageの過程で 小規模製鉄がはじまったようだ
- ◎ 第3のstage：広く実用利器としての利用 本格的な製鉄技術の確立



鉄塊は銅生産の副産物として生成



世界最古の鉄 生成そのままの姿で価値



世界最古の複合鉄器

鉄を使いだした始まりは紀元前4000年頃 隕鉄の利用とする説 また 西アジアの銅生産の副産物として銅滓の中に銅とは異なるごく小さな小鉄塊を見つけたのが始まりとする説がある。明確にはなっていないが、いずれにせよ ごく少量 極小の鉄塊が希少価値・宝物性を持って出現。また、トルコ・アラジャ・ホユック墓からは世界最古の複合鉄器金柄鉄剣が出土し、この例では隕鉄のようだが、当時 鉄は金よりも価値のある希少価値のある金属とみられていた。

現在世界最古の人工鉄は ヒッタイトの時代以前に西アジアのアナトリア高原 カマンカレ・ホユック遺跡で紀元前2100~2300年の地層から 日本の調査団により発掘された小鉄塊(ほぼ錬鉄とみられている)であると言われる。

ヒッタイト帝国成立の400年ほど前に製鉄技術がすでに成立していたことが明らかとなった。従来 人工鉄を初めて造ったといわれてきたヒッタイト帝国は「製鉄技術を改良して 新たな生産システムに作り上げた」として、現在 ヒッタイト帝国のイメージが大きく変化し始めている。

人工鉄が初めて出現した西アジアで 鉄の出現から利器利用までのプロセスを眺めたが、上記したように**鉄の出現利用から実用利器として広く使われるまでの3つのstage**があり、青銅器の時代に 鉄の出現から実用利器利用まで、実に数千年の長きにわたって 西アジアの地で鉄が育まれてきたことが理解できる。そして その後 製鉄技術を高め、鉄器技術を独占して来たヒッタイト帝国が滅亡する紀元前12世紀を境に、いよいよ世界各地へ 製鉄技術とともに鉄器が拡散してゆく。

しかし、鉄の伝播は世界各地どこへでも一機に鉄器が青銅器を凌駕して切り替わっていったわけではない。そこには鉄器文化・技術を受け入れはぐくんでゆく素地文化と時間そして人の交流がなければ、伝播出来ないのである。西アジアで、鉄器利用の3つのstageを経て 鉄が育まれたことが このことをよく物語っている。

西アジアで生まれた鉄がユーラシア大陸を東へ東遷して、中国・朝鮮半島 そして日本へ伝来するには 伝播過程にあるそれぞれの地点で このとてつもなく長い期間をかけて 3つのstageを経験して 鉄を育む必要があったろう。おいそれと どこでも伝播してゆけるのではない。

村上先生の言う弥生の鉄を眺める視点とはこれだろうか?

日本に鉄が伝来して 製鉄技術が確立するまで約600年以上かかっている。

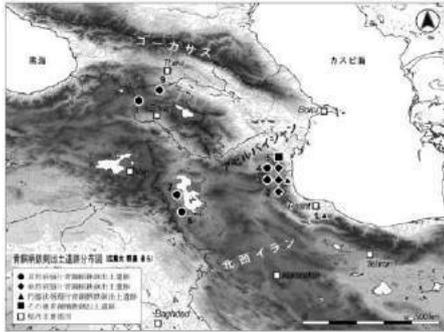
いかにも長い期間であると思いましたが、日本ばかりでなく、鉄の伝播の途上どこにおいても、上記した3つのプロセスをふみつつ、鉄技術を育てていったようだ。

鉄文化・技術を受け入れて育める地点で かつ人的交流がある場所の連鎖がメタルロードとなってつながり、鉄技術が東遷してきたことが理解できる。

3. 黒海とカスピ海に挟まれた陸橋 「文明」と「辺境」の境界 コーカサス地方

コーカサス地方が育んできた銅文化 マイコップ文化の地 コーカサスで銅柄鉄剣が出土する

銅・青銅文化の拡散については、紀元前 4000 年期コーカサス地方北部で栄えたマイコップ文化に対する理解に注目する。この地はクルガン(積石塚)文化発祥の地であり、銅精錬、青銅器製造を中近東より継承し、各種銅器・青銅器の製造に加え、容器の鍛造を発達させていた。この地での鉄器の出土は少ないが、銅柄鉄剣などの複合鉄器が出土することは 注目に値する



2. 陸橋における「文明」と「周辺」の境界
—コーカサス地方—

マイコップ文化

銅・青銅文化の拡散については、紀元前4千年期、コーカサス地方北部で栄えたマイコップ文化に対する理解が必要。クルガン(積石塚)文化の発祥地であり、銅製鉄、青銅器製造を中近東より継承し、各種銅器・青銅器の製造に加え、容器の鍛造を発達させた。

+ 金属製容器が発達

4. 金属東方伝播の出発点 黒海北岸～カスピ海北岸

(1) 青銅器時代の鉄

コーカサス地方の北端 周辺でありながら中央アジア・北アジア金属文化の起源地

牧畜を生業の中心とする地域で 後のスキタイの領域

前期青銅器時代の紀元前 3000 年期にマイコップ文化の北縁地域 黒海北岸～カスピ海北岸地域にヤムナヤ文化が成立。容器鍛造や精巧な鑄造青銅器など高度なマイコップ文化の金属技術を引き継ぐことはなかったが、この文化こが その後の、北アジア・中央アジアの初期青銅器文化期にある西シベリアや南シベリア(ミヌシンスク盆地)の文化に影響を与えた。前期青銅器文化の中に少量ではあるが 用途不明の鉄製品(薄い煎餅状鉄塊や 小鉄塊)が出土してくる。

ヤムナヤ文化

紀元前3千年期、マイコップ文化の北縁地域、すなわち黒海・カスピ海北岸地域～ウラル地域にヤムナヤ文化が成立する。ヤムナヤ文化は、容器鍛造や精巧な鑄造青銅器など高度なマイコップ文化の金属技術を継承することはない。しかしヤムナヤ文化こそ、北アジア、中央アジアの初期青銅器文化であるアフアナシェフ文化、オクニエフ文化に大きな影響を与えた。

タマール・ウトウクル遺跡

ヤムナヤ文化(前期青銅器時代)の鉄製品

ボルヂェレヴォ1遺跡・1号クルガン (南ウラル地方)

青銅器時代のこの地に鉄製品が採れる。採りに使われた砂から鉄屑、薄い板状の塊や鉄塊そのものが発見された。

ヤムナヤ文化の影響を受けた西シベリア・アルタイ地方のアフアナシェフ文化

ウスチ・クム埋葬址

鉄板の破片

ユーラシア北方地域における最古期の鉄器使用例 (前期・中期青銅器時代)

【カリヤコフほか2007】

(2) 鉄生産の開始

紀元前 12 世紀前後の後期青銅器時代 ヴォルガ・ウラル方面の同時期のスルブナヤ文化

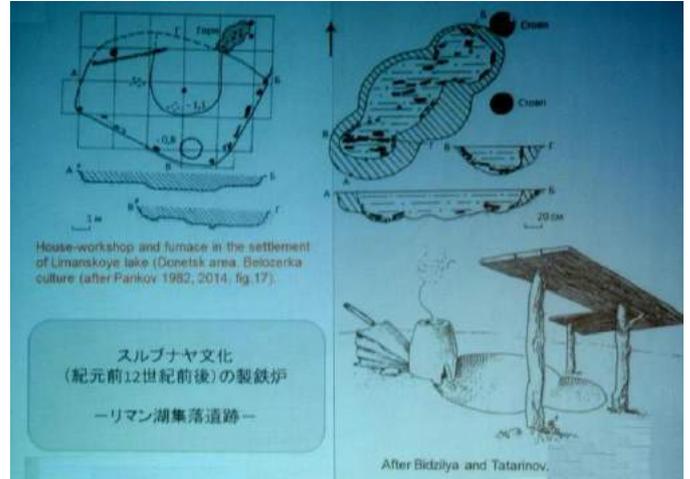
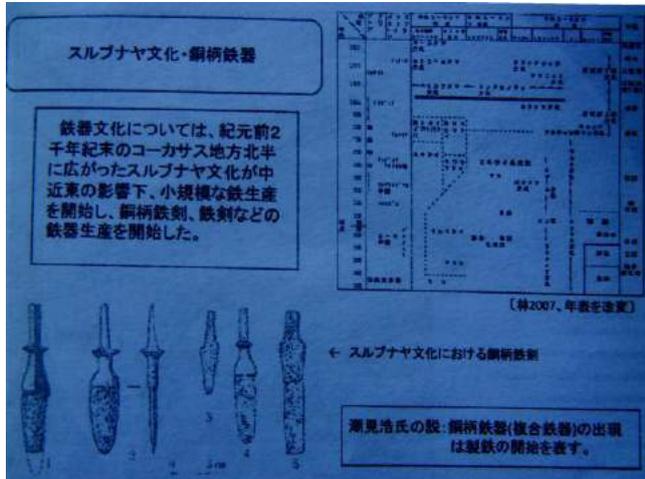
紀元前 12 世紀頃 後期青銅器の時代 ヴォルガ・ウラル地域のスルブナヤ文化の時代

利器の主体は青銅器であるが、小規模な鉄生産が始まり、錐のような小型鉄製品が作られる。

これは バイメタル製品 銅柄鉄剣の刃部として利用された。

また リマン湖集落遺跡で製鉄炉も出土している。

塩見浩氏は「バイメタル鉄製品の出現は鉄生産の開始を示す」と早くから言われていたという。

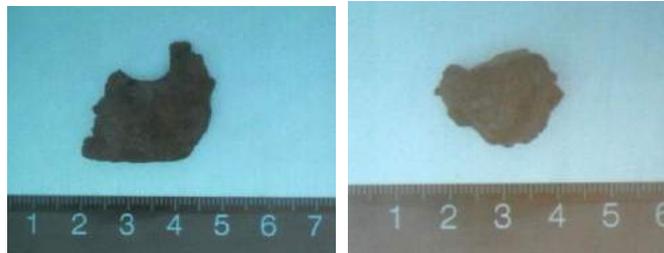


(3) 製鉄技術の東方伝播 中央アジアへ

中央アジア カザフスタン・アラト遺跡における後期後期青銅器時代の鉄生産



中央アジア カザフスタンでは アラト遺跡で鉄製錬に伴う鉄滓が発見され、鉄生産の存在が示された。



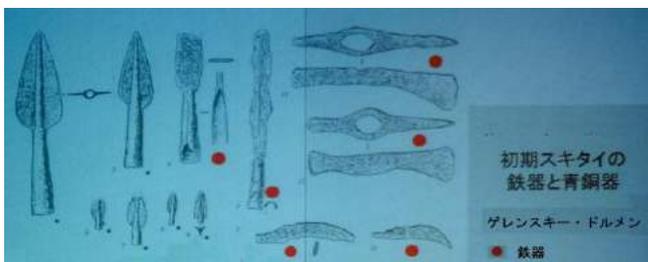
紀元前 13 世紀の年代を示したカザフスタン後期青銅器時代の鉄製品

(4) 本格的鉄器文化の幕開け スキタイ文化

紀元前 8~4 世紀の西部ユーラシア

先スキタイ期(紀元前9世紀)を経て、紀元前8世紀には武器(矛・闘斧)を中心に鉄器化

製鉄遺跡も増加し、大規模な鉄器生産遺跡も出現。





5. 中央アジア・北アジアにおける利器の鉄器化

(1) 中央アジア(カザフスタン)の後期サカ文化

・南シベリアのタガール文化後期

鉄製品は武器(短剣)が多い。利器の多くは青銅器である

(2) 匈奴時代 併行期の南シベリア

ハカス共和国

ウィバット遺跡



(3) 南シベリア・ハカス共和国の製鉄遺跡

トルチェア遺跡

南シベリアの製鉄遺跡は紀元前1世紀まで遡り、スキタイの製鉄技術との接点も多い。



◎ 第1のstage : 第1波

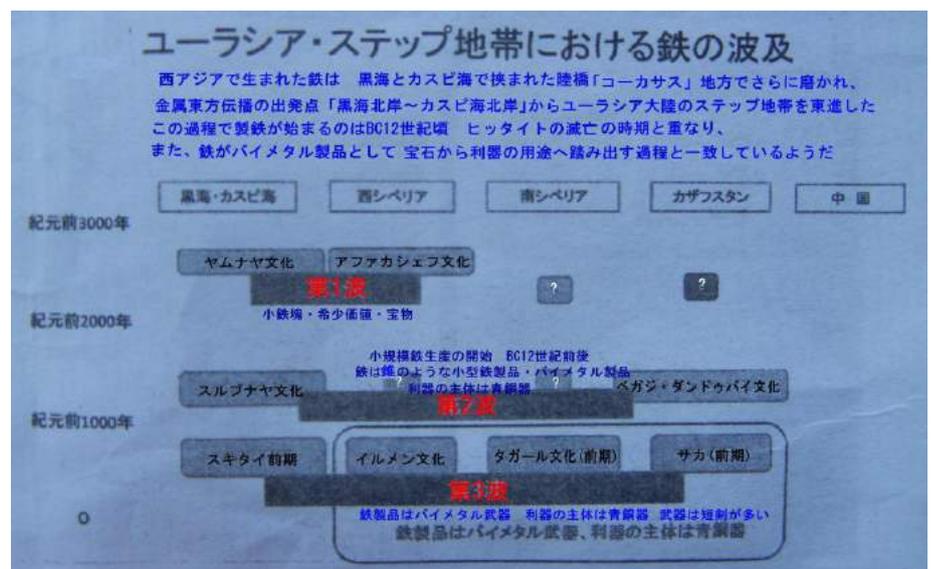
見つかった鉄そのものの姿
小鉄塊が希少価値 宝物性を持つ

◎ 第2のstage : 第2波

希少・利用価値のある金属 威信性
金柄鉄剣など複合鉄器(バイメタル)
その希少性・利用価値のえ
金以上の価値があった鉄
このstageの過程で
小規模製鉄がはじまったようだ

◎ 第3のstage : 第3波

広く実用利器としての利用
本格的な製鉄技術の確立



6. 中国における利器の鉄器化

- 鉄の出現は殷代後半期 紀元前 13~12 世紀
- 隕鉄を利用したバイメタル製品 鉄刃銅鉞
- 中国北西部における人工鉄の発見 中央カザフスタン産の錬鉄中国北西部に搬入の可能性大



隕鉄のバイメタル製品 鉄刃銅鉞

中国でも小鉄塊が希少価値・宝物として墓に副葬される



4. 黄河流域 西周末期以降 製鉄の可能性

<西周後期> 西周時代 BC1046年頃~BC771年 東周時代=春秋戦国時代

河南省三門峡市虢国墓地2001号墓(虢季墓)

玉柄鉄剣と銅内鉄援銅戈は塊錬滲炭鋼、塊錬鉄を採用

東周前半期(春秋時代) 鉄器の出土量が増加

←白雲翔氏:春秋時代およびそれ以前、すなわち5世紀中葉以前の鉄製品を「初期鉄器」と定義づけ [白2005]。

陝西省寶鶏益門村2号墓出土金柄鉄剣のような複合鉄器が希少価値として存在する段階までを「初期鉄器」段階とみる。

利器の多くは青銅製品

5. 長江流域 鑄造鉄器の早い普及

白氏(表1)の研究成果:

三峡地域以西の長江中流域、つまり楚の地域で鉄鑄、鉄斧を主とする鑄造鉄器が卓越

←中原地域はむしろ鍛造品が卓越。

鍛造品:楚地域の春秋時代鍛造鉄製品は大型

湖南省長沙楊家山M65出土剣(春秋後期):中炭素鋼を折り返し鍛打

江蘇省六合程橋M2出土鉄条:塊錬鉄を鍛打

楚に特有の鍛造袋状鉄斧:平面形梯形で、袋部断面が楕円形

鉄板が厚く、丁寧に折り曲げて、袋のつじ目がほとんど見えない精巧品

→鑄造かつ実用利器の普及は長江流域の方が古い。

春秋時代 BC770-BC404 楚の時代 春秋時代の鉄器

- 長江流域では 先進の技術がいち早く取り込まれてゆくのに対し 黄河流域では技術を改良して量産化するのが得意
- 長江流域では鑄造鉄器生産がいち早く発達した背景には銅緑山遺跡にみた春秋時代の地上炉の 技術が鉄生産(鑄鉄生産)に 応用
- 春秋時代のあと戦国時代に入ると黄河流域 長江流域ともに 実用鉄器が広く普及する



三峡ダム水没地区の春秋鉄器

春秋時代 BC770-BC404 戦国時代 BC403-BC221

以後、戦国時代に入ると黄河流域・長江流域とともに実用鉄器が広く普及

倭人が最初に触れた鉄器:鑄造鉄器 (約2200年前)

—河北省副将溝遺跡表層品—

副将溝でかつて出土した鉄製鑄型→

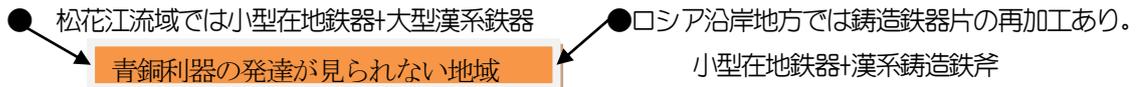
7. 中国周辺地域における利器の鉄器化

(1) 滇文化(前漢併行)の鉄器化

鉄は限定的に使用 : バイメタル 希少価値・宝物的扱い 利器の主体は青銅器である



(2) 東夷 ロシア極東地方の鉄



8. ユーラシア大陸と日本列島・弥生文化の鉄

中近東から中国まで温存されてきた 鉄という材質に対する認識 希少性・宝器性やある種の金属・鉄器に対する信仰を伴う技術の伝播(意識の伝達が技術の伝播を保護・促進) これらが日本への伝播当初には伝わらなかった。

日本伝来した鉄の始まりは 鑄造鉄斧等の利器であり、それらが 信仰の対象や希少性・宝物性を持って副葬されることはなかった、

当初 日本に伝来した初期鉄器は利器と認識されて伝来したことが特異だということか????

朝鮮半島南部の初期鉄器でも多数の青銅器に伴い、希少価値的扱いが行われており、青銅器の鑄造道具(鑄型)副葬も朝鮮半島南部でも行われるが、弥生の日本には伝播しなかった。



しかし、日本に鉄器が伝来した弥生時代 鑄造鉄器片の再加工品や 朝鮮半島からの影響が 祭具と考えられる鉄戈 斎斧?と考えられる袋状鉄斧が出土するようになり、後期後半には種々の鉄製副葬品も現れてくるなど伝来した鉄器の性格の変化が起こる。 鉄の宝物性をいつから認識するのだろうか?

◆ 弥生文化における鉄器の性格変化

・弥生文化における鉄器の性格の変化
 弥生時代前期末：鑄造鉄器片の再加工品
 =磨製石器と同様の実用利器
 *福岡・矢留堂ノ前遺跡、愛媛・大久保遺跡

弥生時代中期後葉：
 鉄戈：北部九州(福岡・佐賀・長崎)・・・朝鮮半島の影響
 袋状鉄斧：福岡・大分(筑後川流域)・・・〃、齋斧？

弥生時代後期後半：
 鉄剣、鉄刀、螺旋状腕飾・・・各地で特色のある鉄製副葬品

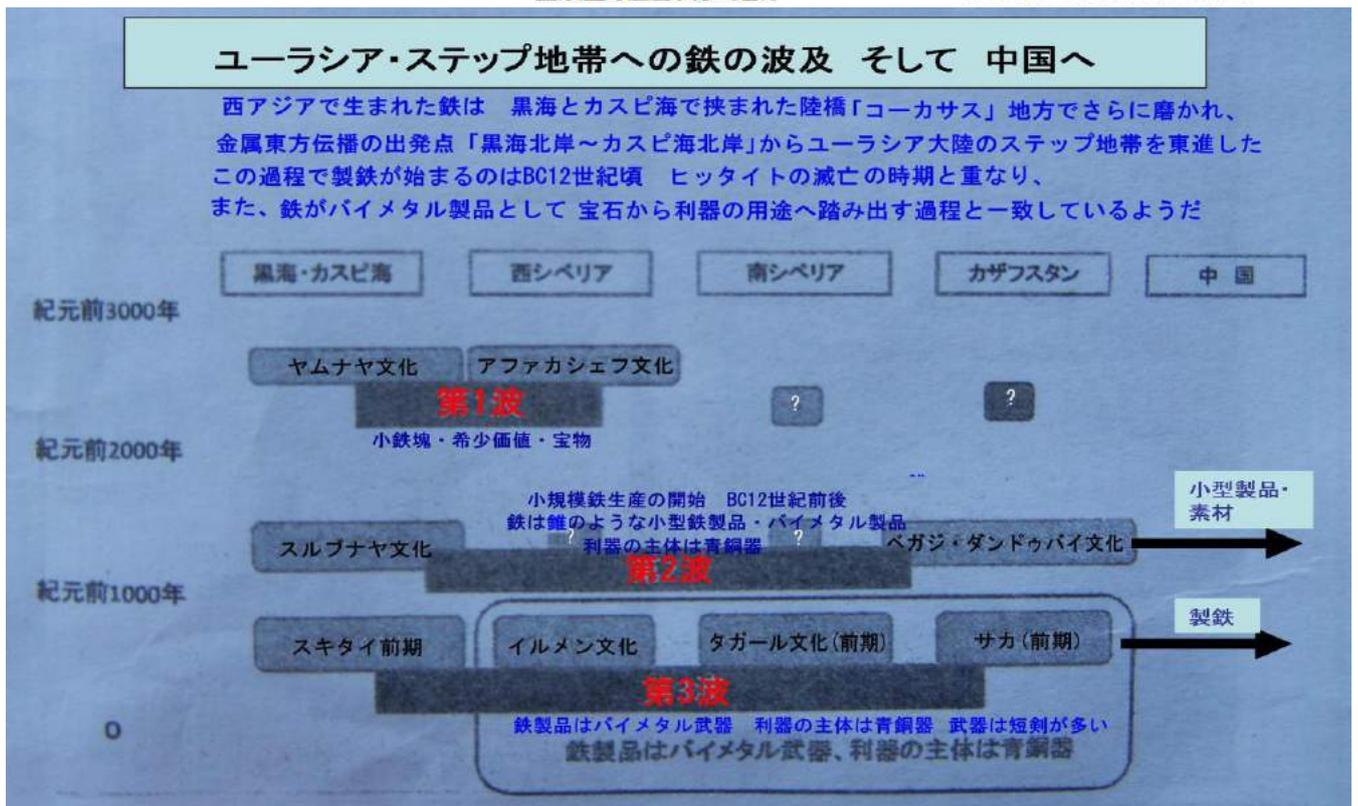
・鉄の宝器性をいつから認識するのか？



8. 「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」
 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 まとめ

ユーラシア大陸を西から東へ数千年をかけて東進して、日本に伝えられた鉄
 ユーラシア大陸のメタルロードで 3つのstage を経て 鉄は西端から東端の日本まで伝播した

- ◎ 第1のstage : 第1波
 見つかった鉄そのものの姿
 小鉄塊が稀少価値 宝物性を持つ
- ◎ 第2のstage : 第2波
 希少・利用価値のある金属 威信性
 金柄鉄剣など複合鉄器(バイメタル)
 その希少性・利用価値ゆえ
 金以上の価値があった鉄
- ◎ 第3のstage : 第3波
 広く実用利器としての利用
 本格的な製鉄技術の確立



参考 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

<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/2008iron/8iron02.pdf>

<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0802road02.pdf>

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



従来鉄器の使用の始まりは 弥生時代の始まりとされ、水田稲作の農工具が武器とともに主要な用途と考え、弥生の社会を支えてきたと考えられてきたか、最近の発掘調査・研究の成果から、農工具としての鉄器の利用はより限定的である。

むしろ、日本海交易などを大きく発展させた交易品づくりや それらを通じて形成された階層分化と地域集団化・支配・エリート層形成とそれら階層の権力誇示に使われ、弥生時代の社会変革に大きく寄与した。

また、弥生時代は鉄器時代の始まりと言われたが、その前半の利器の中心は石器であり、後半においても鉄器が利器として使われるのは大きく遅れる。つまり 弥生時代の鉄器の主体は大陸から交易で持ち込まれた武器や交易品加工工具などこの時代に形成されていった支配層の威信材・武器関連が主体であった。

また、これら鉄器加工の鉄素材は朝鮮半島から交易で持ち込まれたもので、製鉄はまだ行われていない。



1. C14 加速器質量分析法による極微量のサンプルでの絶対年代計測の普及から旧弥生時代の年代観への疑問

C14 加速器質量分析法の計測から弥生時代の始まりはほぼ500年前へ遡れる。

従来 鉄器使用の始まりが弥生時代の始まりとされてきたが、弥生文化の鉄の方が、中国より古くなり、つじつまが合わない。また、500年遡れたとすると弥生時代の前半は石器の時代 後半が鉄器の時代ということになる。

◎ 従来弥生時代 時代とともに 広く鉄器が石器から置き換わってゆくとされてきた弥生時代の鉄器化は地域差が大きく、また、従来考えられてきた以上に、鉄器化は遅れている

◎ 特に畿内での鉄器化についての対立がある。

大和の王城の地である畿内では、弥生時代後期・終末期になっても 鉄器出土量が非常に少ない。

そして、古墳時代になると副葬品として鉄器(武器などの威信材)が急増するという大きな鉄器の断絶があり、これを説明するのに 「見えざる鉄器」と呼ばれる鉄器についての解釈論争が続いている。

鉄器は腐食により、土の中でできてしまうので、出土しないのだとする説がある。

邪馬台国畿内説の論拠として 鉄器使用による農業生産性の急伸を想定した農機具鉄器の大量保有を想定した考え方。しかし、急増した出土鉄器を見ても、農工具の鉄器は少ない。

鉄器が弥生時代に影響を与えたのは農工具など農業生産でなく、むしろ別の面であると考えられる。

2. 弥生時代の後半 地域・国へのまとまり 階層分化と組織化が 古墳時代へ向けて急速に進む

これら 支配下層の出現と交易の活性化に果たした鉄器の役割は大きい

◎ 弥生時代の農工具の鉄器化が限定的であったのに対し、弥生時代後半 集団化と階層分化の中で地域集団化が急速に進む過程で 準構造船の出現と交易の活性化、戦さへの対応に果たした鉄器の役割は大きく急増。

船・木製品・装飾品等の交易品の工具としての鉄器急増

地域・国への展開への過程に 武器・武具 支配層の権威の象徴 威信材としての鉄器需要急増

3. 弥生最古の鉄器をめぐる論争 日本の鉄器が中国よりも古くなってしまふ

日本最古の鉄器は福岡県曲り田遺跡出土の鉄器の年代はいつなのか？

日本最古の鉄器は福岡県曲り田遺跡出土の鉄器片で弥生時代早期 旧年代でBC4世紀と考えられてきた。

この弥生早期を500年遡らせると中国鉄器が普及する春秋戦国時代より古くなる。

◎ 弥生時代の開始とともに鉄器も伝わったとされてきたが、新しい年代観や過去の調査資料 そして 中国・朝鮮半島の鉄器との整合検討などの見直し等で、現在は鉄器の使用は前期末～中期初頭からとの考え方が強まっている。

4. 石材の流通と鉄素材の流通

◎ 弥生時代後期 拠点集落が解体される現象が数多くの地域で見られ、これは石材から鉄素材への移行に伴う流通の変化と考える説があるが、まだ 定説はない。

5. 弥生の鍛冶技術 弥生時代 鍛冶技術はどのレベルまでたっしていたのだろうか？

また 弥生の製鉄は あったのだろうか？

鍛冶技術の高度化には鍛冶温度の高温化が必須。鍛冶炉を工夫し、鉄を高温に加熱して 種々の鍛冶工具を使って鉄素材を鍛接で素材をつなぎ合わせて、素材をリサイクル。また、不純物を外にたたき出すこと 大きく素材の形状を変化させるなど数々の加工や、鉄素材に含まれる炭素量を調整して 材質を変えるなど(高温鍛冶)ができる。しかし、温度が低いと柔らかくて薄い素材を曲げたり、切ったり伸ばしたりする(低温鍛冶)がせいぜい。この鍛冶の高温化には 炉の工夫とともに フィゴによる送風技術が不可欠。

低温鍛冶では鉄素材の切り落とし断片(三角片)が発生するのみで鉄滓は生じないが、高温鍛冶では鉄滓や鍛造剥片が発生するので、それらをもとに鍛冶の状況がわかる。

◎ 弥生時代の鍛冶は原始的で低温鍛冶・鍛冶以前の状態ともいわれるが、弥生時代後期 阿蘇山周辺での鍛冶工房からは鉄滓が多数出土し、かなり高温操業が行われ、鍛接も行われていたという。

◎ 畿内の西への玄関口 淡路島からは 鍛冶工房村 五斗長垣内遺跡が出土し、またこの淡路島海岸部から 多量の埋納銅鐸が見つかった。

弥生から古墳時代への移行期での淡路島の役割が注目されているが、その位置付けは？

◎ かつては 弥生時代にも一部小規模な製鉄があったとする説もあったが、その証拠は明確でなく、現在は直接の証拠が確認される古墳時代後期という説が有力である。

しかし、限定的ながら 小規模な製鉄が行われていたとする説も根強い。

6. 鉄と権力 鉄製武器の副葬が意味することと社会構造の変化 階層分化とエリート層の誕生

a. 鉄製武具の副葬

弥生時代の刀剣は短剣がほとんどだが、エリート層しか保有できないもの。

権力を明示するシンボルとして、弥生時代の鉄器が持つ有力な役割。

◎ 北九州では弥生時代前期末～中期初頭 社会の急速な階層化が進み、エリート層が誕生したことが、豪華な副葬品を有する甕棺墓の出現でわかる。

中期前半までは剣・矛・戈の青銅製武具と朝鮮半島多紐細文鏡が最上ランクの副葬品。

中期後半には鉄製武具の副葬が始まり、鏡は中国の前漢京に変化。

b. 日本海沿岸の豊富な鉄器とガラス製品とものづくり交易から誕生したエリート層

◎ 弥生時代後期になると鉄器の副葬は北部九州を超えて、近畿北部・山陰・瀬戸内にも広がり、鉄器を副葬する階層も拡大してゆく。

近畿北部・山陰・瀬戸内ではものづくり交易から誕生したエリート層の力が誇示される。

大型刀剣やガラス製品など副葬品は日本海ルートを通じて入手。また半島と直接交流していた可能性もある。

◎ 日本海沿岸では鉄製工具を駆使した丹後奈具岡遺跡の玉造り 青谷上寺地遺跡の高級木工具などの交易品生産が盛んだったが、この交易による利益がエリート層の権力をさらに強化してゆくとともに、さらなる鉄の入手を可能にするメカニズムがあった。

C. 瀬戸内西部・近畿にも弥生後期 それぞれの文化圏を示す特徴ある墳丘墓が形成され、鉄器が副葬される

畿内でも古墳時代直前 ホケノ山古墳で大量の鉄製武器が副葬され、鉄器保有の状況が大きく変化する先駆け

7. 古墳時代 鉄の新たな動き 日本列島内の鉄の状況 すなわち鉄の保有量に大きな変化

◎ 畿内にも出現する大型前方後円墳に多数の鉄器が副葬され、弥生時代に見られた北部九州との格差はなくなるどころか、大きく凌駕する。 初期大和政権が北部九州を支配下に組み込んだためであるが、その政権の主体には諸説あり、邪馬台国問題とも密接にかかわっている。

以上 特別展 図録に記載されていた内容を私なりにかいつまんで整理・要約して、どうも実像がはっきりせず、疑問だらけだった「弥生時代の鉄」の姿を取りまとめました。

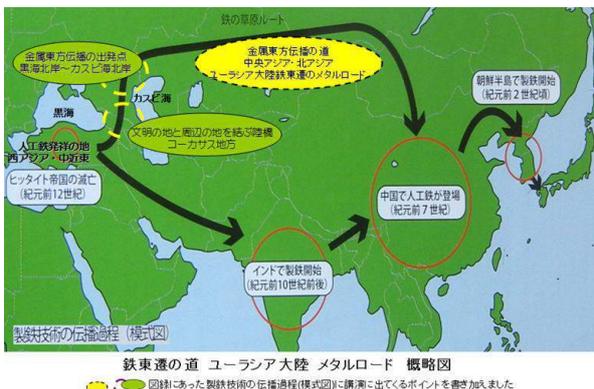
なお 本図録には 上記整理とは別に 論考・特別論考として 弥生文化博物館長 黒田直氏 並びに 広島大学大学院教授 野島永氏の論文が掲載されていますので、きっちりとした論証にはこの論文をご精読ください。

◎ 特別展 鉄の弥生時代 論考

「弥生時代 鉄器の諸問題」 大阪府立弥生文化博物館 館長 黒崎 直

◎ 特別展 鉄の弥生時代 特別論考

「弥生時代鉄器文化の実態をめぐって」 広島大学大学院文学研究科教授 野島 永



本資料は2016年4月30日大阪弥生文化博物館で開催された2016年春季特別展考古学セミナー愛媛大村上恭通教授講演

「ユーラシア大陸における鉄の発展史と弥生時代の鉄」のスライド集を聴講した内容を図録をも参考にしながら 書き加えて、私なりに整理編集して資料にし、スライド動画にさせていただきました。

私的なスライド動画ですので、この資料・スライド動画に含まれる図表の取り扱いにはご注意ください。

2016.5.10. Mutsu Nakanishi

「鉄の起源」&「ユーラシア大陸の東西を結ぶ金属器&鉄文化東伝の道」探求【Ⅰ】

愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ 聴講記録集

「人工鉄の起源 探求」2007～2019

目 次

- 絵 鉄の起源とユーラシア大陸における鉄の発展史 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 2017.1.15.
- 1.はじめに
鉄の惑星地球誕生46億年の歴史&地球の大気・縞状鉄鉱床を作ったシアノバクテリア
今も南極の湖底に残されている大気酸素&現世生物の起源を伝える36億年前の世界
- 1.1. 地球誕生から約46億年 鉄の歴史と役割にびっくり 2010.3.15. by Mutsu Nakanishi
「岩波の科学ライブラリー「鉄学 137億年の宇宙誌」を読んで
- 1.2. 鉄の惑星「地球」35億年前 現在の生物起源に遡る原始 Iron Road の絶景
「南極 氷の下のタイムカプセル」NHK BS プレミアム 2018.2.24.
光合成を初めて行い大気の大気酸素&製鉄原料縞状鉄高鉄床を作ったシアノバクテリア
の不思議な世界
- 2.人工鉄の起源の探求 愛媛大東アジア古代鉄研究センター国際シンポ聴講記録
- 2.1. 製鉄起源に新たな説鉄の歴史に一石 ヒッタイト起源に異説か!! 朝日新聞より 2019.3.25.
トルコアナトリア高原「ヒッタイトの故地」カマン・カレホユック遺跡で世界最古の鉄遺物出土
- 2.2. 基調講演 人類が初めて鉄を手にした故地「ヒッタイト」
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」
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
日本の調査隊の発掘調査で多数の鉄遺物を発掘
- 2.3. 「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」の現地レポートの記事
- 2.4. 愛媛大学村上恭通教授らは これらの「鉄滓」と「小鉄塊」について
鉄を含む鉄銅鉱石の鉄滓から抽出されたのではないかとその仮説を報告 2014.7.19.
- 2.5. 「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 アナトリア高原のカマンカレホユック遺跡で出土した世界最古の鉄滓・鉄塊
世界最古の人工鉄は銅生産の副産物として取り出されたとの仮説が有力に
製銅過程で含鉄銅鉱石から取り出された鉄・鉄滓は こんなプロセスか???
- 2.6. 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-」
「鉄の起源の探求」成果報告聴講まとめ 2015.2.14
- 2.7. 文明と金属器 - 普及とその過程 - 聴講記録 by Mutsu Nakanishi 2017.11.25
アナトリア・レヴァント・エジプト
- ◎ 「人工鉄の起源」 探求整理まとめにかえて
愛媛大第8回国際シンポ ユーラシア大陸諸国連携プロジェクト成果報告
聴講記録「古代世界の鉄生産 -中近東から東アジアまで-」大阪 2015.12.6

平成から令和に変わり、激動の時代に。炭酸ガス増加による地球温暖化がもたらす自然災害の脅威が我が身にも迫る。地球はどうなってゆくのか・・・

約 40 億年前 鉄の惑星地球でシアノバクテリアが 鉄の助けも借りて、大量の炭酸ガスを原料に光合成を行って酸素を作り、人を含む現生物の時代を作り上げた。「もし 地球に鉄なかりせば・・・の鉄の惑星 地球」
きつと また鉄が新しい道を切り開いてくれるに違いないと・・・

今そんなことをも頭に浮かべつつ、新しい鉄の時代へ 夢を膨らませています。

愛媛大学東アジア古代文化研究センターが 2007 年以来 約 10 数年 推進してきたユーラシア大陸諸国との共同連携プロジェクト**鉄の起源・鉄の伝播探求< ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道 Metal Road >**

その輝かしい成果は 毎年国際シンポジウム開催を通じて広く公開されてきた。

研究者ばかりでなく、一般人にも広く最新成果を公開提供してきた。毎年のシンポジウムの予稿集も 10 数冊に。

私にとっては 毎回聴講させていただき、たたら製鉄の源流を極める最新の研究成果を教えてもらえる楽しみなシンポジウムで、その都度 聴講メモを採り、ホームページで記録紹介させてもらってきた。

その愛媛大東アジア古代鉄文化研究センターが 2019 年 4 月に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。一つの区切りを迎えた。

これを機会に今までその都度 私の聴講メモとして紹介してきた関係記事を一覧リストにして、全体を眺める資料に。

私にとっては たたら製鉄の源流を解き明かす嬉しい整理資料になりました。

[Iron Road ・和鉄の道記事掲載 by Mutsu N Makanishi 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ウム関連掲載記事リスト》

<https://www.infokkna.com/ironroad/2019htm/iron15/1904tetsunokigenehime.pdf>

ずっと毎年開催されてきた成果報告を兼ねた国際シンポジウムの予稿集は その都度出ていますが、やっぱり掲載記事を 1 冊にまとめて、系統的に読み出せるようにして、手元に置いておきたいと私蔵版の電子 Book 化しさせていただきました。一冊にまとめてみるとやっぱりうれしい たたらの源流をまとめた私の宝物に。

毎度その成果を聴講メモとして 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。

動画スライドにもさせていただき、私の頭整理の資料集としていつも活用しています。

「鉄」の名前が舞えるのは残念ですが、開設以来 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、さらなる展開・活躍をしていただけるよう期待しています。

ありがとうございました。 和鉄の道にアクセス戴く皆さまにも何かのお役に立てばと。

2020.3.1. 和鉄の道・Iron Road

From Kobe Mutsu Nakanishi