愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター

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-」

私的聴講抜粋記録　　by Mutsu Nakanishi

日時：平成３１年1月２６日（土）１３：００～１６：４０　会場：えひめ共済会館　４階会議室

「中国唐宋時代における製鉄炉」　李　映福（四川大学）

「韓国における中世製鉄遺跡の検討ー忠州・多仁鐵所地域を中心にー」　趙　錄柱（中原文化財研究院）

「報恩大元里遺跡の製鉄炉について」　朴　相賢（湖西文化遺産研究院）

「中世における製鉄技術の革新と生産地形成」　角田　徳幸（島根県埋蔵文化財調査センター）

伝統的な日本製鉄の到達点とも言える近世たたら製鉄。その原型は中世にさかのぼる。各地でこの時期の製鉄炉の調査・研究が実施され、近世たたら製鉄への移行の様子が明らかになってきた。

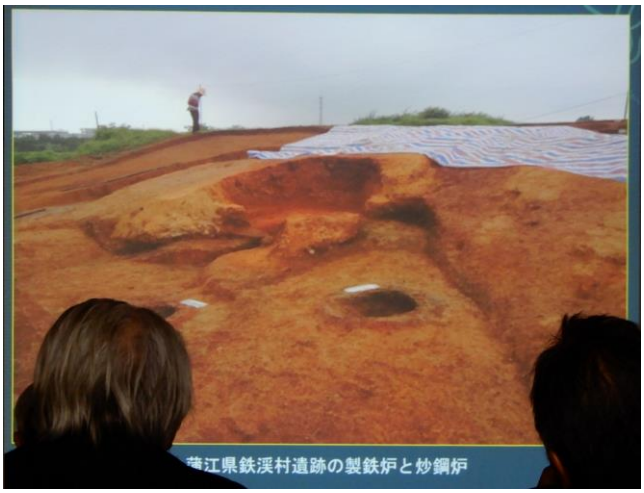
本シンポジウムでは日本・中国・韓国から専門家をお呼びし、最新の発掘成果を紹介していただきながら、東アジア全体の中世製鉄に関して議論を深める

1．中世　　唐末宋代　中国の製鉄

丘陵傾斜地に彫り込んだ巨大石張り炉と大型鞴の巨大製鉄炉で直ぐそばには炒鋼炉

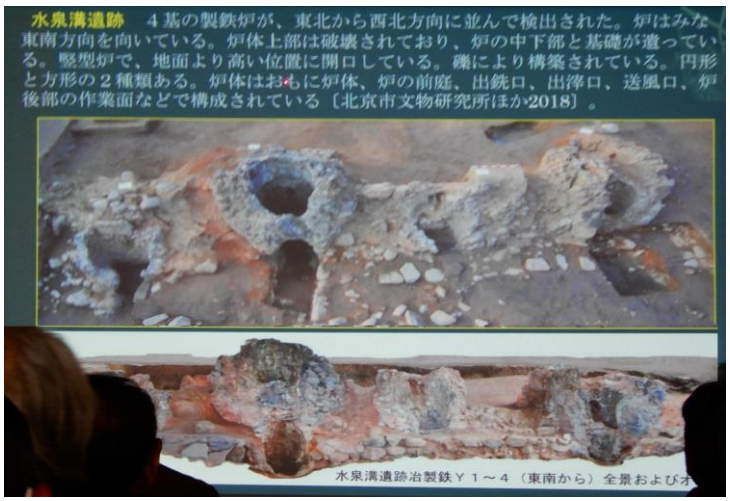
中世　中国唐末壮初期の高炉　高さ6.3m 最大内径 2.74m　炉口内径 0.86m 炉底内径 1.8m 巨大な製鉄炉である

◎　炉壁には石が用いられ、石の継ぎ目には耐火泥土が塗られ、炉内や周辺から大量の鉄滓　鉄鉱石　木炭が見つかっている。

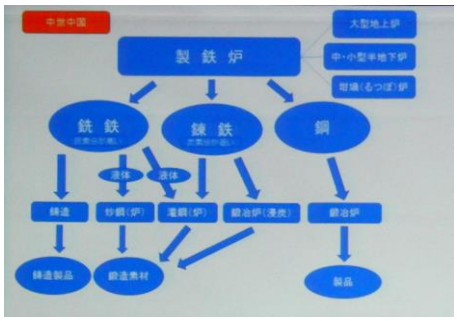


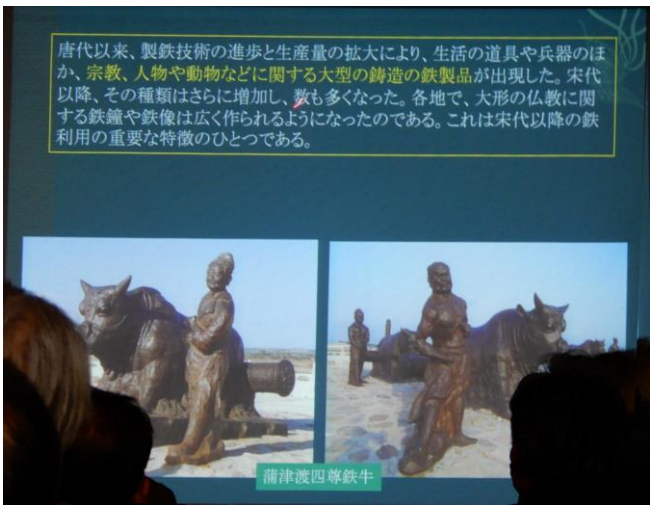
製鉄炉の直周辺には炒鋼炉が配置され、巨大な製鉄炉で高温製錬された炭素の高い溶融銑鉄が、そのまま炒鋼炉に入れられ、撹拌により酸化脱炭され、炭素が低くねばい炒鋼が作られ、鉄素材として用いられた。

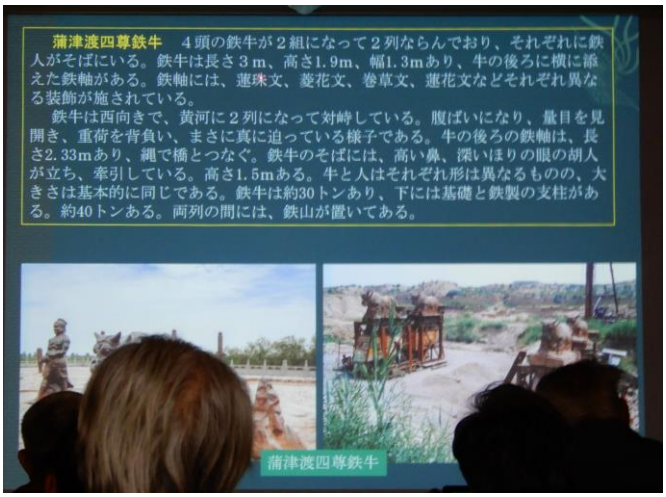
この炒鋼技術が確立されたことと丘陵傾斜地に彫り込んで作られた巨大石張り炉と大型鞴が巨大製鉄炉での溶融銑鉄の供給が大量の鉄素材量産を可能にしていた。またこの時代　木炭と共に石炭が使われるようになり、高温溶融を促進していることも茶動く中世の製鉄技術の大きな特徴である。



写真に見る如く、原料の挿入は身長よりもはるかに高い崖能への炉口から。　また炉床は彫り込まれた地下にあり、送風は大きな宋風管１本。　日本の中世の製鉄と大きくかけ離れ、現代製鉄の製銑・製鋼が確立されているように見える。



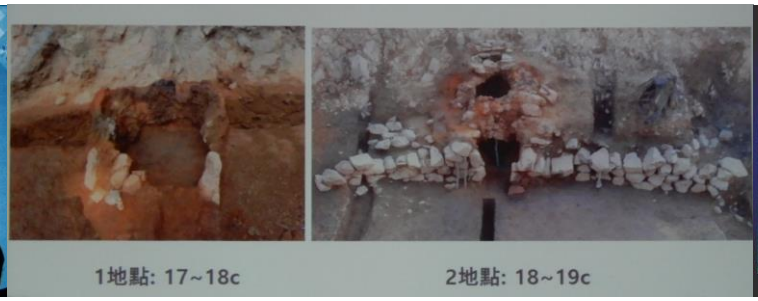




中国　宋の時代　こんなに広く鉄の大型鋳造製品が使われていた現物写真を見るのは初めて。
巨大な製鉄炉あって　これらの巨大製品が中国各地で広く作られていたこと理解する。
鎌倉時代から室町時代にかけて、日本では銅が枯渇し、中国から銅銭をつぶして、銅製品を作り、鉄の仏像等も出現したことを知っていましたが、真偽はともかく、当時を考えれば、銅の枯渇だけでなく、鉄鋳物の技術もまた広く日本に持ち込まれたことも考えられる。　ちょっと今までと違う思いを持ちました。

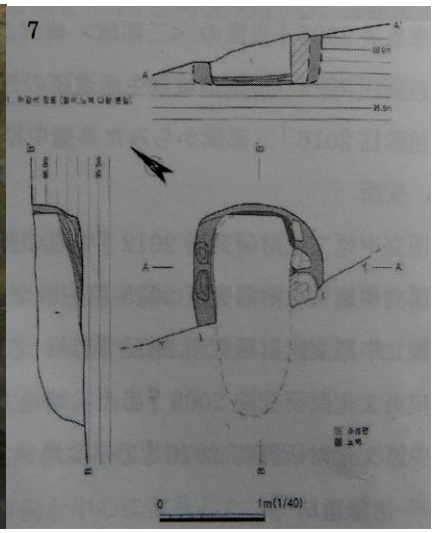
1．中世　韓半島の製鉄　製鉄の中心は忠州

高温での溶融銑鉄中心と見られる石築型地上炉の出現と製錬・鍛冶諸施設配置が整う



中世に相当する鉄需要増大の韓半島高麗時代。この時代の製鉄遺跡が集中するのは忠州地域で、最近活発に発掘調査が行われ、注目を集めている。また、需要拡大が進む中、高麗中期以降に製鉄炉の高温操業化によると思われる石築型の新しい類型が現れたことが注目される。これらの時代の韓半島の製鉄の様相を二期に分けて、次の通りまとめました

A. 17 世紀から 18 世紀　古代からの技術の受け継ぎ展開　高麗時代の前期の製鉄炉の様相



1. 製鉄炉の特徴は　下部の炉底面周囲に割石を積み積み、上部炉壁を積む際の支持帯を作っていること。
また、古代の製鉄炉では多様な排滓部を持っているが、正確な形態の排滓部見られず、
また、炉壁には鉄が薄く付着していることや炉の内径が狭いことなどから、操業の様相が変化したことがうかがえる。

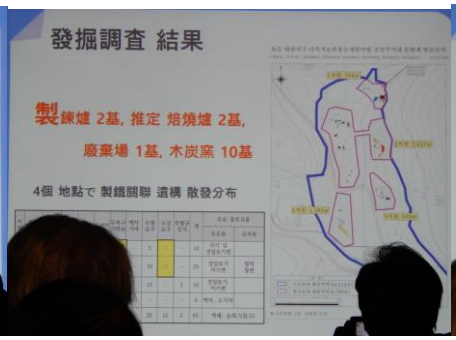
図７　忠州完五里山 144−２、144−20 番地遺跡の位置と２号炉

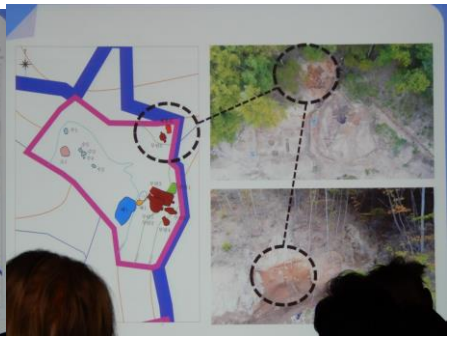
2. 高麗時代の製鉄炉の送風管は破片のしか出土していないが、厚さ約1cm　内径14～cm程度の大口径送風管。
忠州完五里山遺跡の１号製鉄炉では炉壁に差し込んだ状態の送風管が出土。
炉の北側炉壁中央下段の床面から約 10cm のところに、外側から約 18 度の角度で斜めに炉壁を貫通して長さ約 80cm の送風管が一本差し込まれ、高温操業による溶融痕跡が見られる。
また、この炉の送風口の先端から約 120cm 離れた位置に鞴を固定する長方形平面穴があり、鞴と製鉄炉の関係も明らかになった。　炉の高さ上部までの炉壁が残存していないので、炉全体の大きさはよくわからない。
3. 精錬炉は直径 80cm 程度。平面を造成し、最下層に木炭　上に木炭と粘土混ぜた層を敷き、炉の外側から外側から１本送風管を差し込んだ痕跡がある。
また、忠州地域で確認された高麗時代の鍛冶炉はおおむね「コ」の字に石材を組み立て、中に送風して鍛冶作業が行われていたと考えられる。
鍛冶炉は円形に造成した地面に、石材を「コ」の字型に２段築造して鍛冶炉を築造。
その内部からは鉄滓・木炭・粒状滓・鍛造剥片などが確認され、この炉周辺での鍛冶作業が確認。
古代の送風が両方向からと推定されるのに対し、１つの場所からの送風に進化する

B　朝鮮半島発掘最前線　報恩大元里遺跡の製鉄炉　高麗時代　時代の流れの製鉄炉の進化

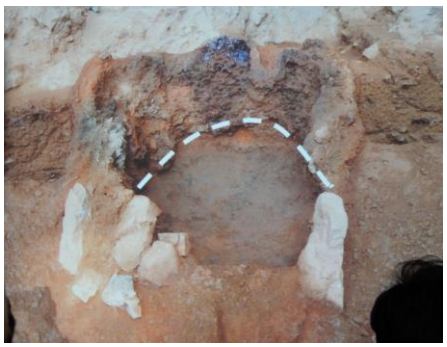
需要拡大対処のため、石築製鉄炉が現れ、製錬・鍛冶の量産の製鉄現場　諸施設が整備されてゆく

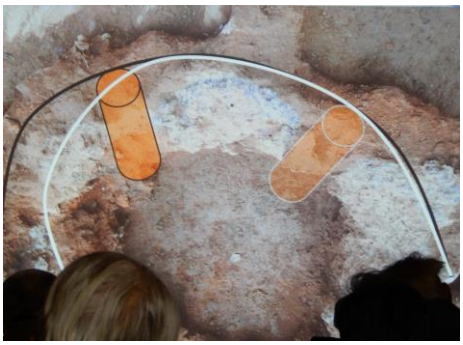
報恩大元里遺跡 時代の異なる２地点の製鉄炉

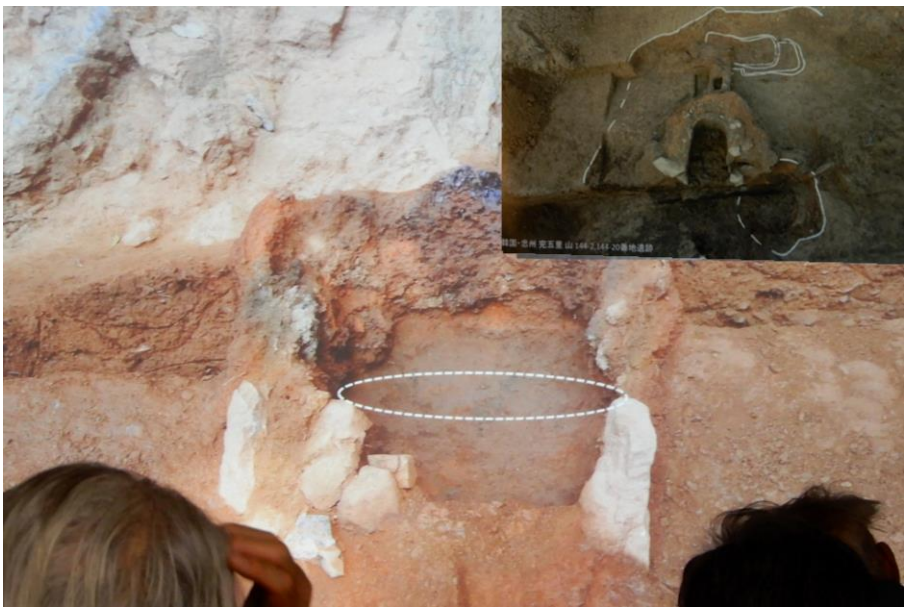




1．中世　韓半島の製鉄遺跡　報恩大元里遺跡　地点１　17～18 世紀の石築出現前







石築製鉄炉前の製鉄炉

報恩大元里遺跡　地１の製鉄炉

右上　完五里山遺跡の製鉄炉

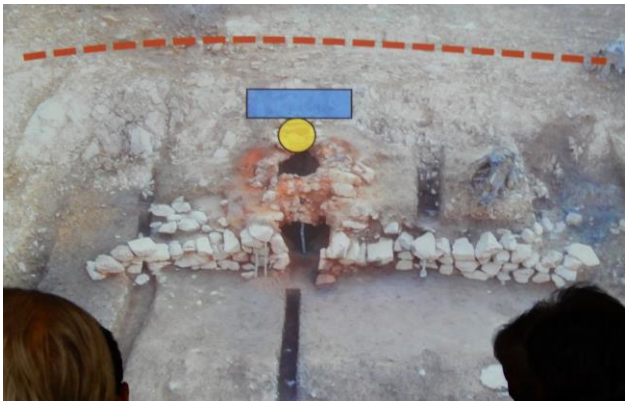
下部の炉底面周囲に割石を積み積み、上部炉壁を積む際の支持帯を作っている。

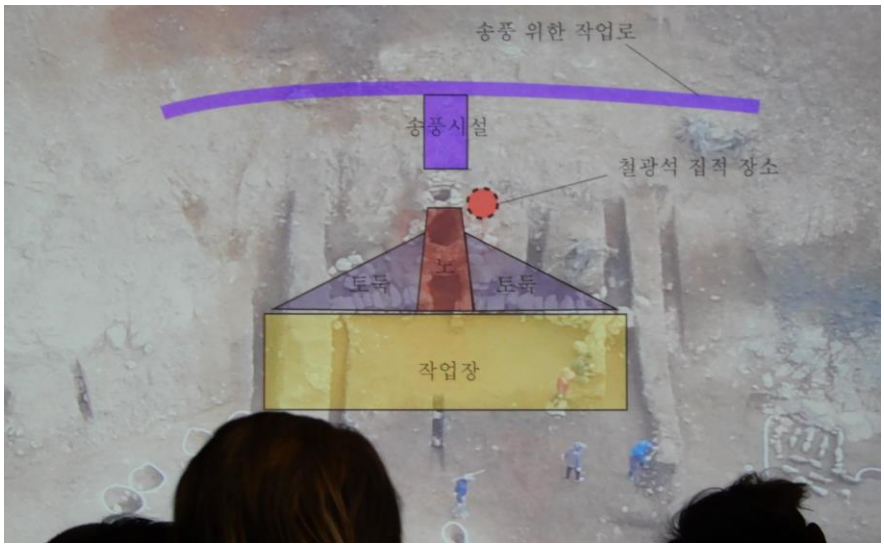
炉壁には鉄が薄く付着していることや炉の内径が狭いことなどから、操業の様相が変化したことがうかがえる。

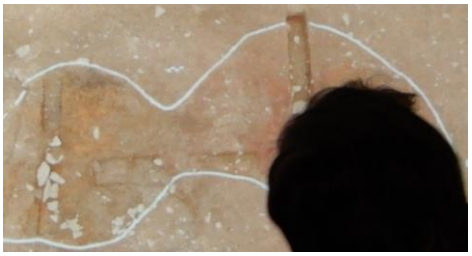
高麗時代の製鉄炉の送風管はしか出土していないが、

厚さ約 1cm 内径 14～cm 程度の大口径送風管。

中世　韓半島の製鉄遺跡　報恩大元里遺跡　地点２　18～19 世紀の石築製鉄炉







報恩大元里遺跡　地点２　18～19 世紀の石築製鉄炉

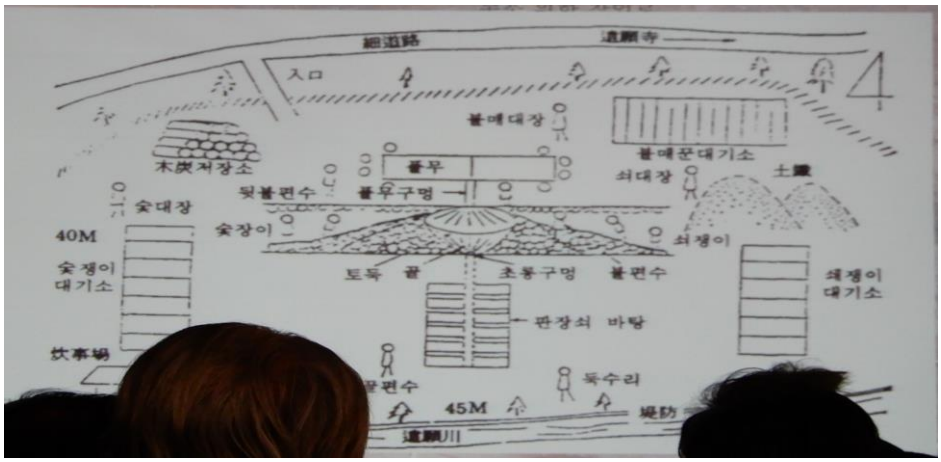
この第２地点は高麗時代後半 18～１９世紀の製鉄遺跡で、製鉄炉ならびに　堤と呼ばれる石築　排滓関係施設、送風関係施設、作業場などが残存。　この時代の製鉄場全体がこの地点の発掘調査から見えてくる

1. **製鉄操業現場の様相**

製鉄炉は楕円形で、炉の東側に送風・鞴施設　西側に排滓施設　南から北に等高線に沿って石築施設がある。
製鉄炉の残存高さは丘の上方にある送風施設までを基準とすると約 240cm あり、炉の内径は約 80cm である。
しかし、石築施設の残存規模は炉を含めた長さは約８５０cm 高さ約１００cm である。

2. **製鉄炉はつぼ型の断面構造を持ち、石築の中央で造成された隅丸方形の内面に粘土を塗って炉体を形成。**

炉の内面上部から 80cm の範囲は加熱体を形成して、黒褐色を呈し、下段は黒色に還元されている。
また、その下から溶融が始まり、炉壁が溶けはじめて鉄分が融着した溶融体と推定された。
下部から５０cm 上は炉壁が残存せず、生成物を回収する過程で脱落したと思われる。



この石築炉の時代　製鉄炉は高温操で、溶融銑鉄が主で繰り返し使用されていると思いましたが、
幾度となく、炉体を壊していると聞くと、毎回炉底には鉄塊などの生成物があることも考える必要がある。
溶銑と鉄塊どちらが主だったのだろうか?　炉の内径が小さいのも気になる。どうなんだろうか・・・・・
作業場概略がスライドで示されましたが、製鉄炉から作業場に続く１条の溝がとおり、溶融銑鉄がそのままこの溝で導かれていると見える。（　映し出された作業場スライドの作業施設名がハングルなのでよくわからず。）
総合まとめの中で、愛媛大村上教授はこの製鉄炉では溶銑と固体の生物療法が出来ていた?と分類し、溶銑はそのまま鋳物素材に。固体生成物(鉄塊)は鋼・錬鉄・銑鉄部により分け、銑鉄部は精錬炉で脱炭精製し、鍛冶炉で再加熱されて鍛造素材に。鋼はそのまま製品素材に。また錬鉄に鍛冶炉で浸炭して、鍛造素材になると分類された。
これら製鉄後の行程は　その規模も中世日本の箱型炉に近い操業形態と考えられる。、
炉の中に残存する生成物の量は少なく、操業は中国の巨大炉操業に近いのか?
それとも、毎回炉壁を崩して炉内の生成物取り出すとすれば、日本の箱型炉操業に近いのか?…
よくわからずですが、韓国の製鉄と日本のたたら製鉄の関係を考えるうえで、興味津々。

3. **石築施設は先端や排滓部がある中央部前方で集中的に使用されるとともに、炉の外部を補強して築造されている。**

作業場はこの石築から約・・・cm の幅で残存しているが、もっと広かったと推定されている。
ゆるやかなスロープを持つ石築は操業のための原料を運ぶ作業道　ならびに炉の外壁を堅固に維持する役割も果たしていたと考えられている。

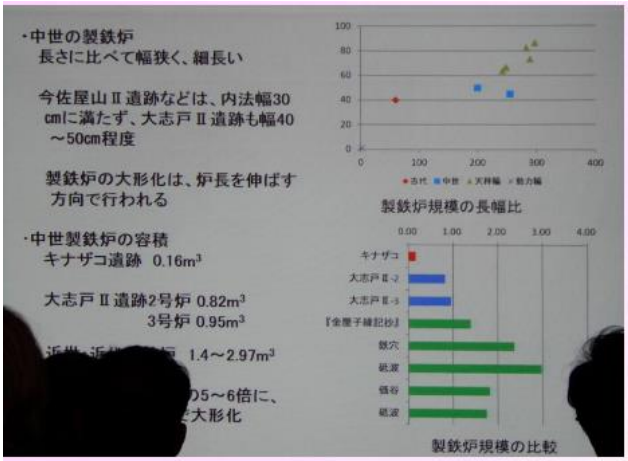
上記したごとく、韓半島では中世　高麗時代の半ばを区切りに石築炉の出現を中心に　大きな変革があったように見ええ、当初　日本の製鉄炉と大きくかけ離れたもののように想像していました。
しかし、話を聞くと日本の中世にあたるこの高麗時代　縦型の製鉄炉の内径はあまり大きくは拡大せず、縦方向へ伸ばし、かつ炉内の蓄熱保温性を高めて，炉内の溶融銑鉄量拡大を行う方向が取られたようだ。このため炉体構造をしっかりした石築炉にし、蓄熱保温の改善が主であったとみられる。

中国の製鉄燃料が高エネルギーの石炭に対して、依然と木炭燃料のため、炉内径の大幅拡大がなされず、
鞴による送風法も高温送風に至らなかったようだ。
ただし、日本と同様　作業場は製鉄炉を中心に一か所に集中集中整備されている。
日本の中世と同様　生産量増大へ　製鉄炉の生産効率のアプローチが中心だったと見え、
製鉄炉の規模もその炉内の融銑鉄量にびっくりするような差があるとは思えない。
（箱型製鉄炉の日本は長さの拡大　縦型炉の韓半島では炉内径と高さのバランスと炉体強化・保温　）

製鉄炉の縦・横の差はあるが、韓半島の製鉄炉も縦型製鉄炉の進化系とみれば、
製鉄炉の製鉄差反応部の内容積・溶融量・出銑比など操業の本質は日本に近いのではないかと見えた。
韓半島の鉄生産は早くから中国寄りで、大規模な製鉄炉による高温操業であると思っていましたが、製鉄炉の本体容積部のみもを比較すれば　必ずしもそうとは言い切れずとの実感でした。
箱型炉を縦にすれば、その内容積もさほど変わらず、また製鉄炉の反応時間の問題は別にして、製鉄炉１代の出銑量　出銑比なども　日本に近いと思えた。
日本の中世の製鉄が後になってしまいましたが、次に　日本の中世の製鉄について示す。

3.　中世日本の製鉄

製鉄の中心が吉備から芸北・岩見に移り、製鉄炉の下部構造の著しい進展があり、
近世の出雲　永代たたら製鉄の原型が形づくられて行く。
日本の地域特性の変化に伴う進化が見て取れる。



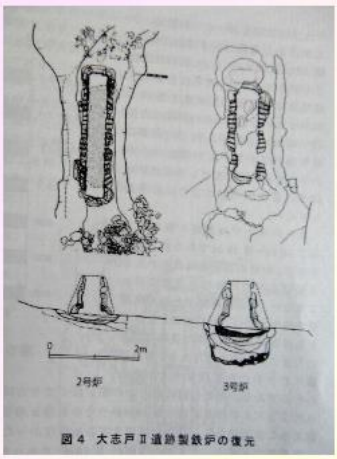
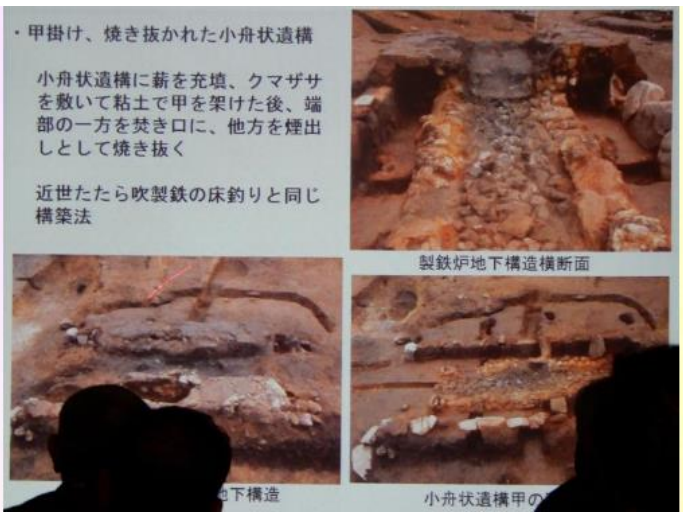


図４　大志戸Ⅱ遺跡製鉄炉の復元



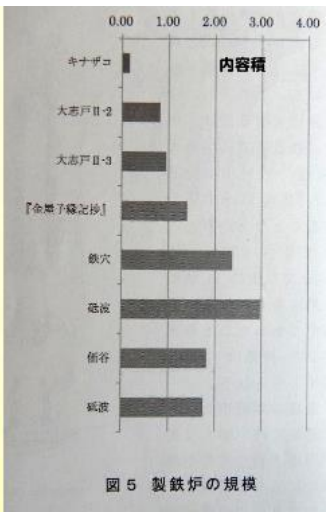
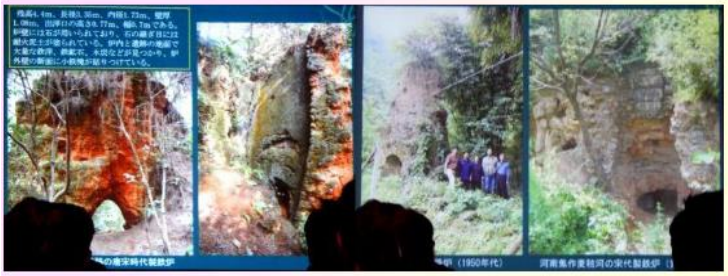


図５　製鉄炉の規模

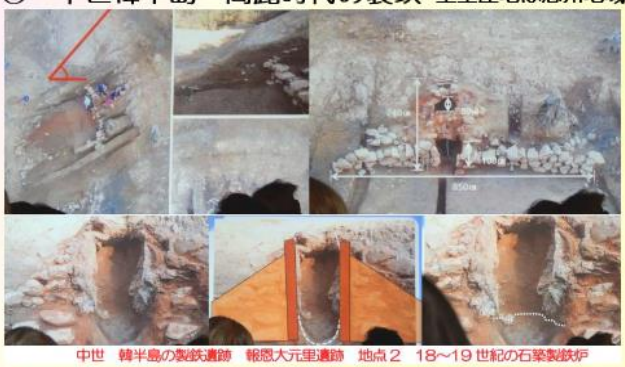
日本中世の製鉄の中心は原料である使いやすい砂鉄　磁鉄鉱系からチタン系砂鉄の安定確保から、吉備から、出雲・岩見・出雲へと移ったという。
中世の製鉄遺跡は丘陵地を切削して作った平坦面に立地。 炉容を拡大して生産量を上げるには、炉を高温に安定保持することが重要で、砂鉄を原料とする日本では送風を強化すると砂鉄が舞い散り、また、炉内温度の高温均一性から、炉の内径をむやみに上げることもできない。箱型炉の形は砂鉄原料と炉幅・高さと鞴との絶妙なバランスで成立っている。
そして、炉容拡大には長さを伸ばし、鞴羽口を増やすことで、バランスを取っている。
したがって、残された炉内高温確保と保持の道には　安定した砂鉄原料と炉底周辺の湿気による熱放散の防止であった。
中世の日本では主生産地となった芸北・岩見で積極的に取り組み、日本独自の大型箱型炉ならびに大型箱型炉の下部構造を急速に進化させ、 近世　出雲を中心とするたたら製鉄へとつないでいった。

4.　日・中・韓の中世製鉄の相互討論　聴講まとめ

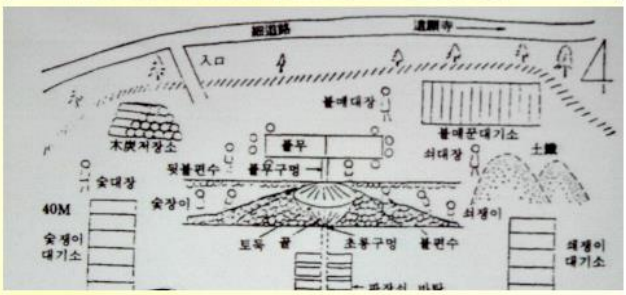
◎　中世中国の宋時代の製鉄



◎　中世韓半島　高麗時代の製鉄　主生産地は忠州地域



中世　韓半島の製鉄遺跡　報恩大元里遺跡　地点２　18～19 世紀の石築製鉄炉



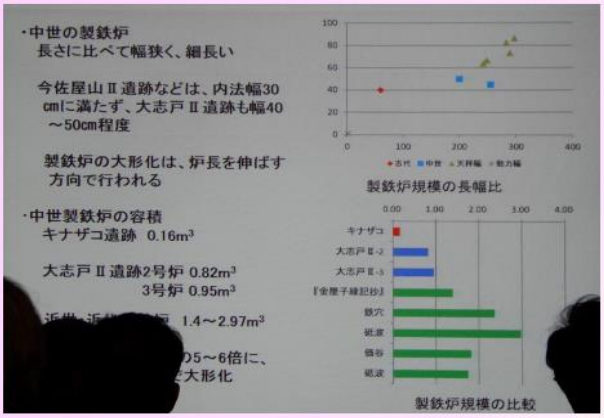
見るからに高さ約6m　炉底の内径約3m の巨大な製鉄炉
炉壁は礫を積み上げた石張り炉
石炭を燃料に大きな鞴・送風管で大量の風を送込み、高温を作り出し、
鉄鉱石を高温溶融還元して、高炭素の溶融銑鉄を作る。
製鉄炉のすぐ近くには炒鋼炉が配され、溶銑をかき混ぜ、
脱炭して、鉄素材を大量に効率よく作り出す。
加熱原料に石炭　大口径の送風力　粉状でない鉄鉱石原料
これらの使用がこの巨体炉を支えていると感じました。

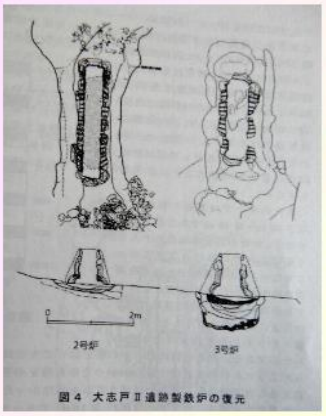
また、大量に量産される鉄は武器・実用鉄器ばかりでなく、
大型鋳物の文物が数多く作られている。このことにもびっくりした。
巨大炉は知っていましたが、捨身を交えての具体的な鉄づくり現場を
聞くのは初めて。そのすごさ　巨大さにびっくり。

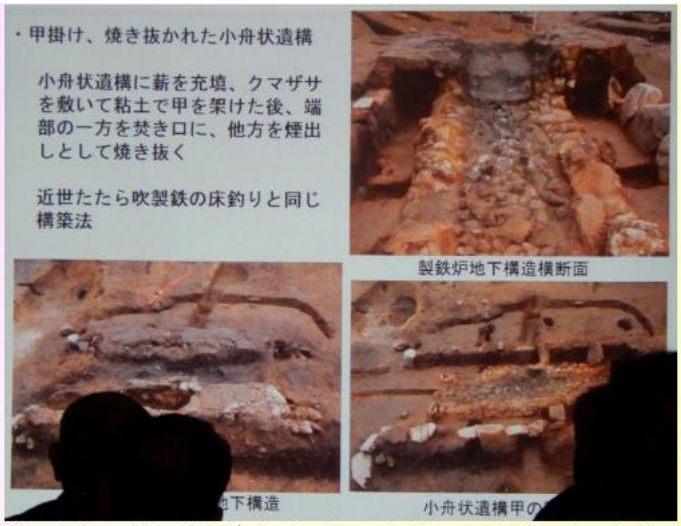
古代を引き継ぐ製鉄炉は　下部の炉底面周囲に割石を積み積み、
上部炉壁を積む際の支持帯を作って炉体を構築。送風は鞴。
送風管は破片のしか出土していないが、厚さ約1cm
内径14～cm 程度の大口径送風管が、1・2本が炉壁外から差込まれ、
高温操業による溶融痕跡が見られる。

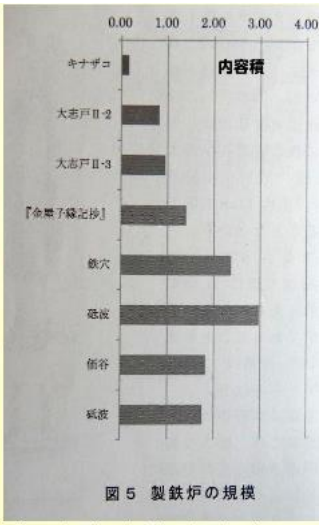
高麗時代後半　製鉄炉の高温操業・量産化対応の炉容拡大に対応する
石築型の新しい類型が現れた。炉の内径は約80cm。鉄炉の残存高さは
丘の上方にある送風施設までを基準とすると約240cm。
製鉄炉ならびに堤と呼ばれる石築　排滓関係施設、送風関係施設、
作業場などが残存。製鉄場全体が見え、燃料は木炭・原料は鉄鉱石。炉
壁上部が壊されていることから、溶銑と炉内に鉄塊があったと推定される。
製鉄炉は私がイメージしていたほど大きくなく、ビックリ。
大型送風管による上吹きと石築で、高温を得て、炉容拡大対応できた
のだろうか？　日本の縦型炉の進化と同系とみることも？

◎ 中世　日本の製鉄　主生産地は芸北・島根や(東北福島)に移り、近世の出雲　永代たたら製鉄の原型が形妻られて行く。
これも　日本の地域特性への進化系である



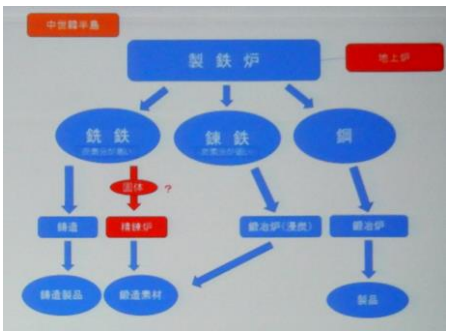


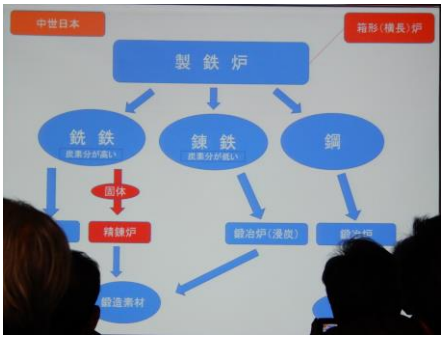


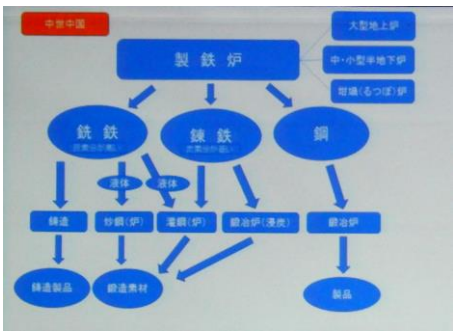


日本中世の製鉄の中心は　原料である使いやすい砂鉄　磁鉄鉱系からチタン系砂鉄の安定確保から、吉備　から、出雲・岩見・出雲へと移ったという。中世の製鉄遺跡は丘陵地を切削して作った平坦面に立地。
炉容を拡大して生産量を上げるには、炉を高温に安定保持することが重要で、砂鉄を原料とする日本では送風を強化すると砂鉄が舞い散りまた、炉の内径をむやみに上げることもできない。箱型炉の形は砂鉄原料と炉幅・高さと鞴との絶妙なバランスで成り立っている。
そして、炉容拡大には長さを伸ばし、鞴羽口を増やすことで、バランスを取っている。
したがって、残された炉内高温確保と保持の道には　安定した砂鉄原料と炉底周辺の湿気による熱放散の防止であった。
中世の日本では主生産地となった芸北・岩見で積極的に取り組み、日本独自の大型箱型炉ならびに大型箱型炉の下部構造を急速に進化させ、近世　出雲を中心とするたたら製鉄へとつないでいった。

<中世 中国・韓半島・日本 同時期の製鉄技術・製錬操業の比較図>

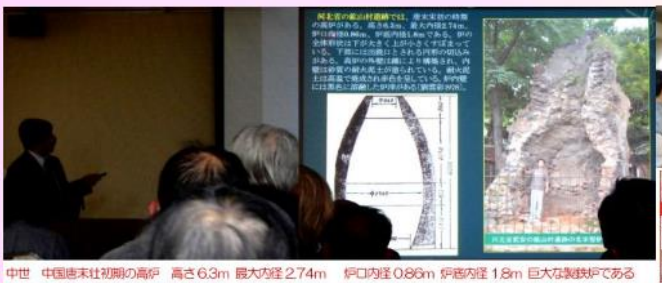






愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター
◎第11回国際学術シンポジウム「たたらの原世界 -日・中・韓の中世製鉄-」

日本・中国・韓国の同時代のたたら製鉄の検討がレビューそこから見えてくるものは・・・・・?


中世　中国唐末辺初期の高炉　高さ6.3m　最大内径2.74m　炉口内径0.86m　炉底内径1.8m　巨大な製鉄炉である

近隣する３つの国の同時代の製鉄技術の展開を一度に眺めることが出来た今回のシンポジューム。
今まで自分がイメージしてきた思いが、随分違っているのにまずびっくり。
また、それらの差が技術のスタートからの差異だとの思いもあったのですが、それぞれの地域の中で育まれた技術展開。
◎「石炭・大型上吹き送風技術あっての中国の巨大製鉄炉」
◎「大型上吹技術に石築の炉体強化技術あっての韓半島の石築製鉄炉」
◎「砂鉄原料の安定活用の中　きめ細かく炉内の高温安定をきわめた炉底下部構造を有する日本の箱型炉の展開」
それらが、それぞれの国の中で編みだされた製鉄の進化系である。
ルーツは一つながら、それぞれが出会い・育み、つないでいった技術であったと理解できました。

韓半島中世の製鉄炉も中国と同じく丘陵地の斜面を利用した大型炉であるが、炉底の内径も自分が抱いていたイメージよりもはるかに小さい。炉底は地下掘り込みのない地表面で、炉底には溶融銑鉄がと共に鉄塊が残る場合がある。（構造・木炭操業であったことから、中国ほど高温操業が行われないようだ。）
また、溶融銑鉄は炭素量が中国の銑鉄ほど高くないと思われ、そのまま溶融銑鉄として炉外に出され、
鋳物素材となり、鋳物製品にされているようだ。韓半島には炒鋼炉はあったのだろうか????
また、炉中に残存した鉄塊は炉を壊して取り出し、銑鉄・錬鉄・鋼の塊に区分され、銑鉄は精錬炉で脱炭精錬。
錬鉄は鍛冶炉で浸炭して鍛造素材　鋼塊はそのまま製品素材とされる。
その精錬・鍛冶施設も製錬が行われた同じ場所に整備された。
これも　日本に近いと感じました。
また、出土している製鉄原料や炭・鉄滓のサイズ等も日本のそれらと変わらない。

中世日本の製鉄炉は小型箱型炉で、石炭を使う中国の製鉄炉ほど高温にできないが、炉底には溶融銑鉄、鉄塊が形成され、ほぼ韓半島の製鉄炉とほぼ同じ工程で鉄素材が作られる。
精錬炉・鍛冶炉のスケールや処理工程には大きな差がないようだ。
製鉄炉のスケールの大きさの違いは歴然としているように見えるが、日本の縦型炉の進化系に中国の大型送風管が加わったとみればどうだろうか……。
今まで　あまりにも中国の石炭を燃料にした巨大な製鉄炉のイメージにとらわれすぎていたと思えてくる。
また、日本では中世　広島・島根で 近世のたたら炉の原型ともいうべき、製鉄炉の炉底下に湿気対策の為の下部構造が急速に独自展開され、安定確保された同質の砂鉄の使用と相まって、生産効率を上げてゆく。
この点では日本の製鉄炉の構造は　中国・韓国と異なる独自進化を遂げてゆく。
でも　やっぱりルーツは一つ　日本・韓半島・中国は相互に関係しながら進化してきたと。
古代　中国・韓国など大陸の製鉄技術がどのように日本に渡り、たたら製鉄につながってきたのか、
今一度視点を変えて取り組む必要もあろうかと。
私にとっては非常に有意義だったシンポジュームでした。

日本のたたら製鉄のルーツ「箱型炉につながる製鉄技術が　どのように海を渡ったのか」を探るうえで、
あまりにも「箱型炉」「砂鉄」にこだわりすぎて、そればかりに気を取られ?
それぞれの国内での進化ならびに製鉄炉の本質を見ず、ルーツを見逃してきたのではないか?
と感じさせてくれた今回のシンポジューム。
まだ　根拠のない乱暴な視点ですが　うれしい視点を呼び起こしてくれたシンポジュウムになりました。
資料作成にあたり、今回のシンポジューム講演で映し出されたスライド　ならびに予稿集から、写真や内容を抜き出し、使わせていただきながら、私の聴講メモと合わせ、私の聴講記録としてまとめを作らせていただきました。

私の私見が多数入り込んだ聴講記録になってしまったこと　お含みとお許しください。
また、私的メモとして、記述内容　写真等借用・転記していますので
取り扱いにご留意いただきますようお願いいたします。

たたら製鉄や日本の鉄の歴史など古代鉄研究のナショナルセンターとして、
この１０年輝かしい成果を上げてきたこの愛媛大学東アジア古代鉄研究センターが
この4月１日から「アジア古代産業考古学研究センター」へと改組継承されると聞きました。
「鉄」の名前が消えるのは残念ですが、引き続き古代鉄のナショナルセンターとして、
さらに発展され、産業考古学・古代鉄の分野にこだわらず、
さらに新しい挑戦ならびに成果・活躍を大いに期待しています

2019.1.26.　シンポジュームを思い浮かべながら　帰路　バスの中で

Mutsu　Nakanishi

2019. 1. 28.　松山へ行く高速バスの中でみた、今年初めて目にした雪景色です　　松山道　吉野川サービスエリア周辺で

◆ 聴講記録メモ作成出典

■ 愛媛大学東アジア古代鉄文化研究センター　　2019.1.26.
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-」予稿集

■ シンポジュウム「たたらの原世界 -日・中・韓の中世製鉄-」講演者スライドの Photo 記録より

◆ 和鉄の道・Iron Road　by Mutsu Nakanishi

1. 日本のたたら製鉄の源流を考える
http://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0802road.htm
2. 和 鉄の道【6】口絵　2006
1. たたら炉の変遷【1】　　たたら炉の構造
2. たたら炉の変遷【2】　　たたら製鉄遺跡
3. 3-5 世紀　朝鮮半島から持ち込まれた鉄素材　大陸と倭　七支刀が解明する古代製鉄の謎
http://www.infokkkna.com/ironroad/dock/iron/6iron00.pdf
3. 「加計 隅屋鉄山絵巻」と加計・豊平町の製鉄遺跡
江戸時代　広島藩を支えた鉄の道「芸北 加計のたたら」
http://www.infokkkna.com/ironroad/dock/iron/5iron10.pdf
4. 新見市神郷町「大成山たたら」を 訪ね て　備中の山奥　ダム湖に沈んだ近世 のたたら
http://www.infokkkna.com/ironroad/2008htm/2008iron/8iron04.pdf
5. 奥出雲「たたら街道」　高速道路「松 江道」工事で製鉄遺跡続々
中世の製鉄炉が４基出土し た「大志戸(2)製鉄遺跡」現地説明会に参加
http://www.infokkkna.com/ironroad/dock/iron/8iron03.pdf
6. 和鉄の道 たたら製鉄 概要［7］　2017.1.15
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
http://www.infokkkna.com/ironroad/tatara/Asian%20Metal%20Road.pdf
7. 鉄の起源・鉄の伝播探求　　Review 2015　　2016.1.7.
愛媛大古代鉄研究所 ユーラシア大陸を東西に結ぶ鉄の道　Metal Road
「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　聴講記録まとめ　2015
http://www.infokkkna.com/ironroad/2016htm/iron12/1601metalroad201500.htm