

炭素14の加速器質量分析法(AMS法)による年代測定法の周辺で
国立歴史民俗博物館を訪ねる 2003.12.

1. 国立歴史民俗博物館発表『弥生時代の開始が考えられていたより古くまで遡れる』
--加速器質量分析法によるC14高精度解析による年代測定がもたらした大きな課題--
鉄器伝来の大陸との交流史も見直しか??????
(2003.7.13. 掲載資料再録)
2. 「歴史を探るサイエンス」展(2003. 10月)資料からデータを見る
 - 2.1. 放射性同位元素炭素14による年代測定原理とAMS法の概要
 - 2.2. 炭素14年代計測法 年代較正曲線 INTCAL98
 - 2.3. 「弥生時代が500年遡れる」
--北九州では弥生時代が紀元前10世紀に始まったと考えられる--
 - 2.4. 今後の展開に期待を込めて

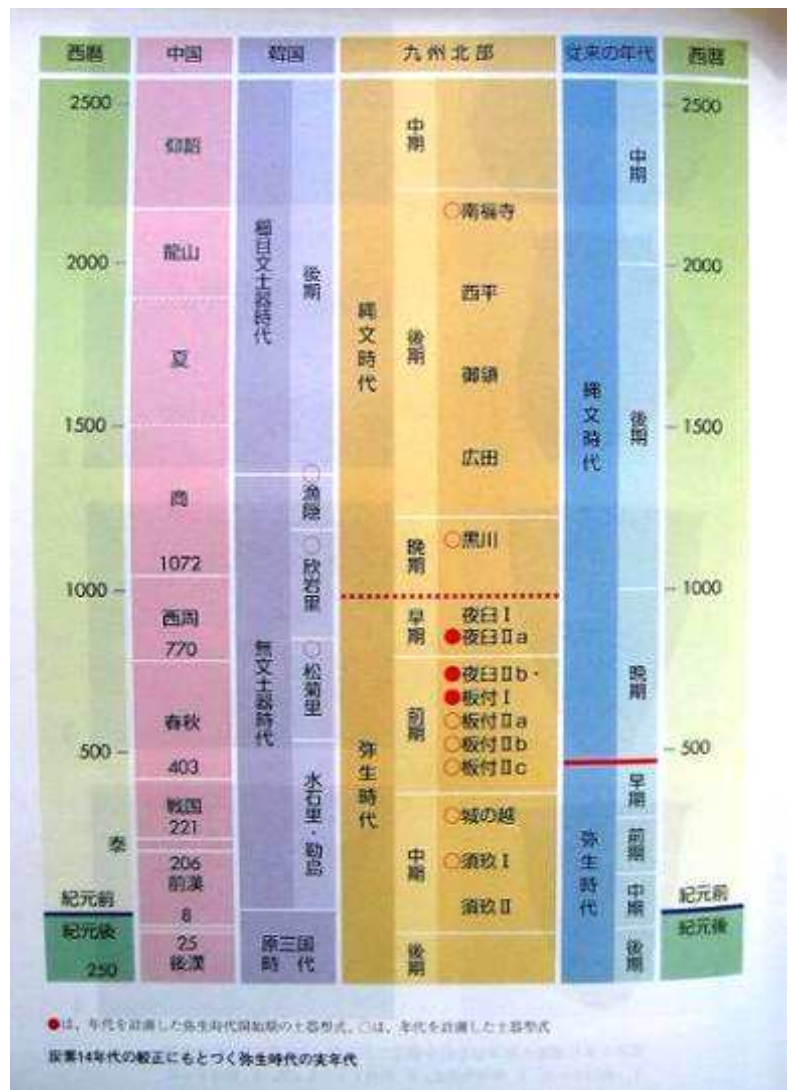
「弥生時代が500年遡れる。

「弥生時代の始まりは紀元前10世紀・・・」

そして、今秋 国立歴史民俗博物館で「歴史を探るサイエンス」展を開催して具体的な検討結果を展示すると佐倉国立歴史民俗博物館の発表(2003.5月)にビックリ。

「教科書が変わる」「中国や大陸との関係が変わる」とその信憑性についての数々の疑問と共に話題を提供している。

「従来の土器による編年の相対計測法に対して、炭素放射性同位元素C14の加速器質量分析法(AMS法)による絶対計測法」というストーリーに技術屋としてはなおさら興味深深。絶対的な計測法・尺度でその信憑性が検証・証明されれば、いろいろな物が直接に比較でき、鉄器・和鉄に含まれるカーボンからも直接的な製作年代が期待できるかもしれない。加速器質量分析法は非常に大規模な設備で誰でもがすぐ出来る代物でないが、ごく微量で測定が可能。しかし、ごく微量の試料での計測であるがゆえに、試料の安定性や検量線の問題ならびに絶対値検証の確かさなど新しい技術であるだけにどれだけクリアーになっているのか・・・と批判も多い。



炭素14年代の較正に基づく弥生時代の実年代

この「歴史を探るサイエンス」展が10月から11月末まで、国立歴史民俗博物館で大々的に開催され、先に発表の年代測定についての具体的なデータが一般に公開された。

この「歴史を探るサイエンス」展には行けなかったのですが、12月3日歴史民俗博物館を訪れ、この展覧会

の別刷や国立歴史博物館研究業績集「炭素 14 年代測定と考古学」(2003.年 10 月)を得ることが出来ました。これらの資料で、今回の弥生時代の始まりを証明する AMS 法による炭素 14 年代計測結果や本計測に用いられた年代較正曲線の検証などの詳細データが研究論文として開示され、多くの批判に答えています。

私にとっては、自分なりに C14 年代測定法の具体的な測定方法の実際や歴史歴史博物館発表の『弥生時代の始まりは紀元前 10 世紀に遡れる』とした根拠データを知ることが出来ました。その信憑性には門外漢として良く判りませんが、きっちりデータで抜けの内容自分たちの根拠をクリアーに提示するもので説得力のあるデータに納得。まだまだ、裏付け 追試の展開が必要でしょうが、新しい解析法が新しい展開を切り開いていく実例を垣間見ることが出来たように思っています。

また、同時にこのような巨大設備を扱える一握りの研究者・・・との疑問も。多くの人たちが自由にこれら設備を使った検討に参画できることが今後の展開の重要な鍵とも思っています。

測定根拠となった試料の環境・来歴の明確化や検体数の考え方や絶対年代確定の根拠となる年代較正曲線の信憑性について、まだまだ異論・論争があるようですが、データ・解析の論拠・ストーリーをきっちり整理把握することでの判断力を養う事はきわめて重要であり、もし 現在まだ十分な解明論拠になっていなくても、その論拠やストーリーが正しければ、今後の多くの人達の検証によってさらに発展解が見つけ出されてゆくものと考えます。

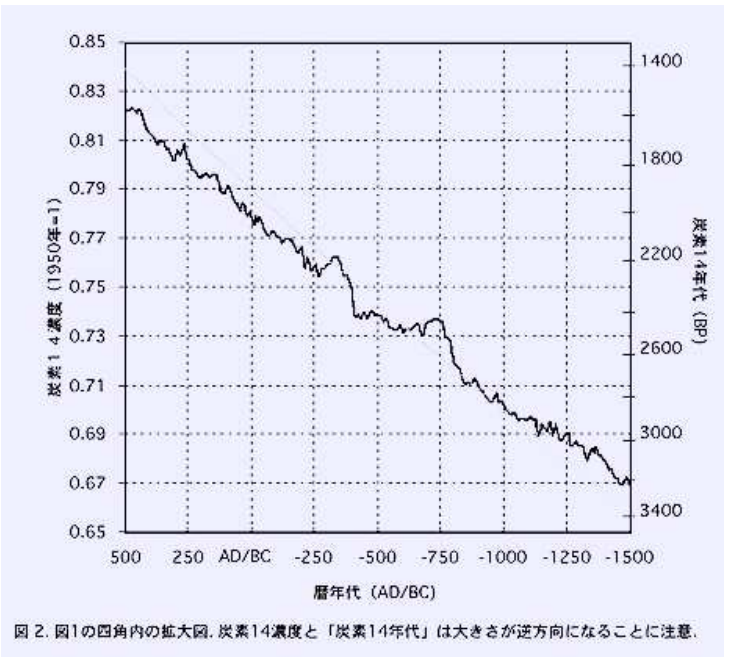
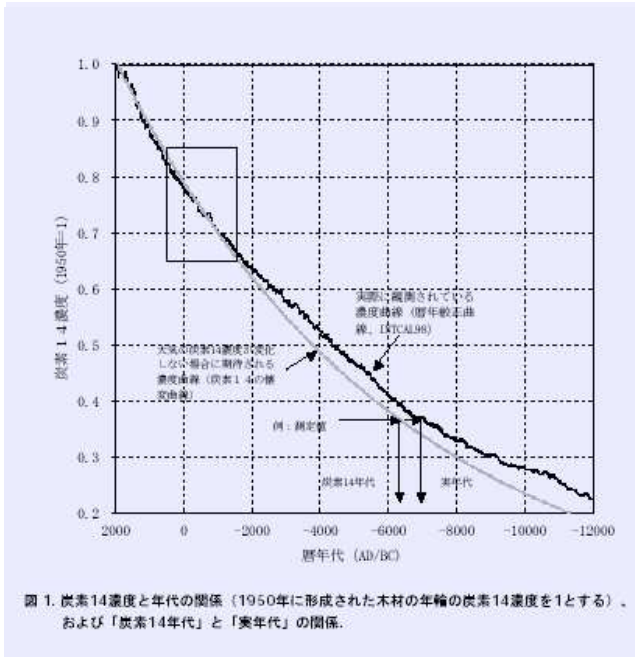
こんな思いもこめて『「弥生時代が 500 年遡れる」と発表された炭素 14 の AMS 法計測による年代測定法』について、素人ながら自分の頭整理として 国立歴史民俗博物館で手に入れた資料をベースに新しい年代計測法としての加速器質量分析法(AMS 法)による炭素 14 年代測定法の概要とその展開として整理しました。

『絶対的年代測定の根拠となる C14 年代の暦年への年代較正曲線の検証そして弥生時代の始まりを紀元前 10 世紀とした国立歴史博物館のストーリー』等は今後の更なる展開のベースになるものであり、今後の更なる展開にも期待をこめて以下に取りまとめました。

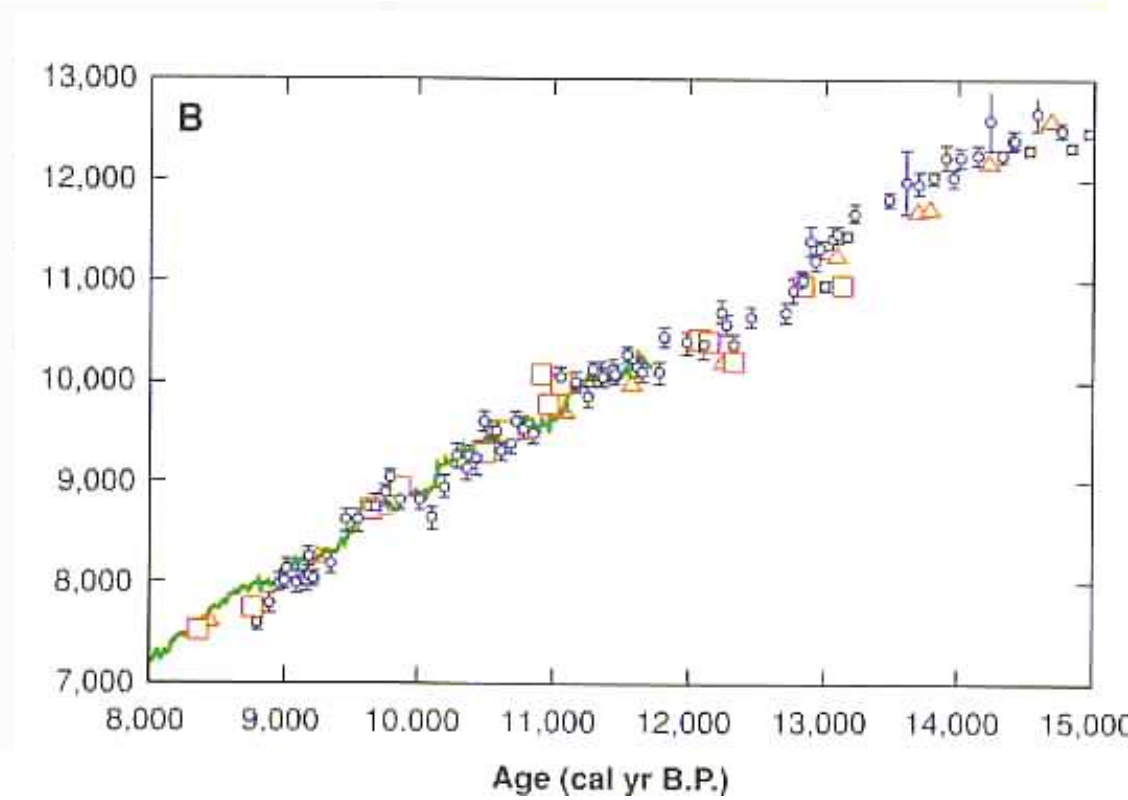
資料 1. 「歴史を探るサイエンス」展 別冊

2. 国立歴史博物館研究業績集「炭素 14 年代測定と考古学」(2003.年 10 月)
3. 「加速器質量分析法による古代鉄の放射性炭素年代測定」名古屋大学年代測定総合研究センター 中野俊夫
日本鉄鋼協会 社会鉄鋼工学部会 2000 年度秋季シンポジウム論文集より





歴史民俗博物館で発表された測定結果資料



水月湖の 10000 年前近傍の実年代 (暦年代) と放射性炭素年代のグラフ。

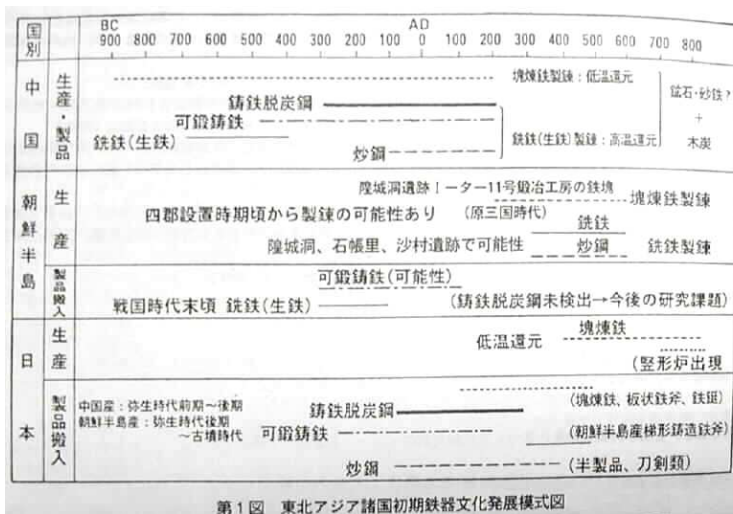
青丸は堆積物による年代測定、緑の線は年輪法、赤のシンボルはサンゴ礁の U-Th 法 (Kitagawa, 1998)
 (注 歴史民俗博物館の年代測定検量線とは別資料です)

まださらなる検討は要するが、計測技術の進歩により、極微量でも計測が可能となった C14 加速器高精度質量分析による年代測定法を弥生時代の開始と考えられてきた北九州の弥生初期の遺跡から出土した土器に付着した炭素に適用して計測した結果 従来の土器編年では紀元前約 500 年前と考えていたのが、さらに 500 年程遡れるという。

一般的には C14 質量分析の誤差は 50~100 年といわれており、信憑性は高いという。
 その結果 これが事実とすると稲作の大陸と国内伝播の年代のギャップも解消されるというが、問題は土器と一緒に出土した鉄器。

時期が BC800~900 年ということになると大陸での鉄器が普及し始める春秋戦国時代よりも日本国内の方が古いことになり、大陸と日本交流の関係など見直す必要がでてくる。

信憑性について論議が巻き起こり、考古学の世界では大きな反響が出ていると伝えられている。

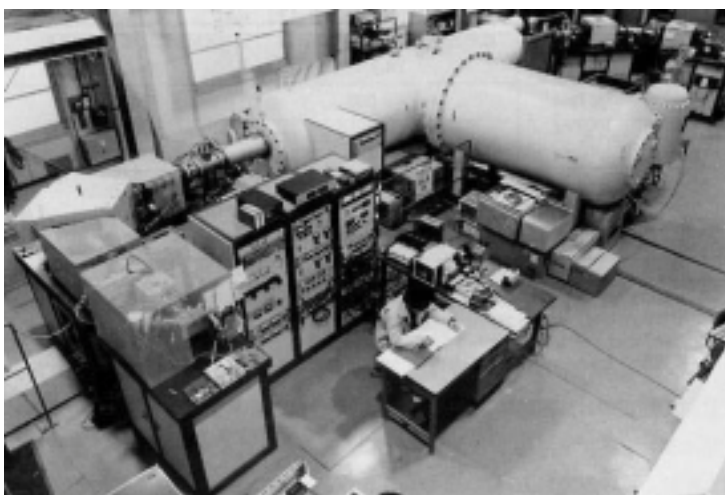


東北アジア諸国の初期鉄器文化模式図と日本弥生初期の頃の鉄器出土遺跡

この年代測定が事実だとすると鉄の伝来・大陸との交流史がヒックリかえる新事実であり、にわかには信じがたい話であるが、ロマンとしては大変興味があるし、矛盾点克服には まだ多くの検証が必要であろうが、きっちりとした根拠に基づき物理量の結果から導き出された結果にうなっている。

今日にいたるまで 新しい解析・計測評価技術の展開が大きな発明・発見をもたらし、時代を動かしてきたこと明確である。しかし 新技術にはそれが安定してこなされるまで 幾つかの落とし穴があるのも事実。エンジニアの技術解析の世界でも 何度も経験した落とし穴である。

検体の量や状態・取扱精度・測定精度・評価値を決める検量線の精度などすべてが上がらないと全体の精度は上がらない。「すべて精度が同一に上がらなければ、精度はもとのレベルにもどる。」 暴走は慎まねばならぬ。しかし、今後 さらに きっちりとした科学の眼での検証や他の時代の測定での整合性などの検討がすすめられるだろう。



加速器質量分析装置例 歴史民俗博物館資料より

新しい加速器質量分析技術の展開が次々と年代確定に大きな威力を発揮すること間違いなく、「和鉄の歴史が書き換えられるかも知れない」と期待しつつ、門外漢として この決着に興味津々である。

2003. 7月 NHKが報ずる「弥生時代の開始年代」に関する考古学の反響報道を聞いて

2003. 7. 13. by Mutsu Nakanishi

2. 「歴史を探るサイエンス」展(2003.10月)資料 からデータを見る

2.1. 放射性同位元素 C14 による年代測定原理と AMS 法の概要

自然界に存在する炭素同位体のひとつ C14 が放射線を出しながら窒素にかわる半減期は周辺の環境にかかわらず一定である事を利用してその年代を測定するのが炭素 14 年代測定法。その半減期は 5730 ± 40 年。地球大気圏上層で宇宙線によって作られた大気中の炭素 14 量はほぼ一定(実際には変動があり、較正が必要になった)とすれば、試料

の炭素 14 の濃度を測定すれば絶対年代が計測できる。

この場合、注意すべき事はこの方法で年代計測できるのは外から炭素を取り込まなくなった年代であり、例えば、木々が刻む年輪ではその年輪一つ

一つの年輪を形成した年代を示す。逆にその年輪ひとつひとつにはその年の大気中炭素 14 の濃度ならびにその変動を記録している。したがって、伐採年代や木製品の加工年代を示すものでなく、試料がどんな年代の情報を示すのかを試験材採取の環境・来歴に立ち返ってよく吟味する必要がある。逆にこの年輪の一つ一つにはその年々の環境の変化などによる炭素濃度バラツキなど具体的な自然界の来歴をそのまま濃縮保存していると考えられ、絶対年代検証の大きな論拠になる。古木の年輪ばかりでなく、埋没林・湖沼の年縞堆積物 サンゴなどが年輪と同様年々の具体的な自然界の来歴を濃縮保存していると考えられている。

炭素 14 計測年代とこれら年代保存データと対比較正する事で絶対年代が出される。したがって年代較正として用いられるこの年代保存データがきわめて重要。

また、試料の汚染・異物混入にも注意が必要。特に微量での検査が可能となればなるほど試料の汚染や試料の環境来歴は重要で、試料が本当に目的を代表できるのかについても吟味は必要となる。

従来 C14 の濃度は β 計数法で計測されていたが、最近実用されるようになった AMS 法の概要を図に示すが、この方法では炭素原子をイオン化して加速して直接炭素 14 原子を一つ一つ計測する。

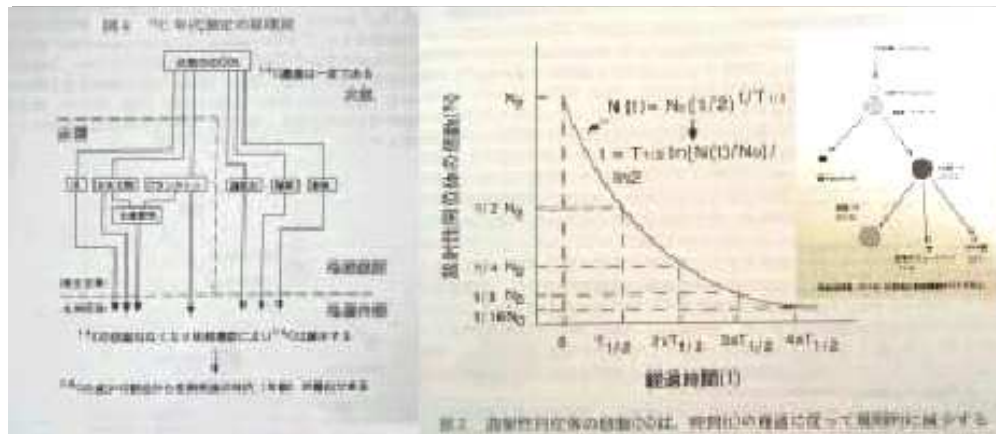


図1. 放射性同位元素の増加の中心は、時間と共に減少して、最終的に減少する



AMS法による C14 年代測定の装置概略

この方法では 1mg 以下の炭素原子を 0.3~0.5%の精度で測定できるという。

したがって、文化財など壊わせないものからも微量の試料を採取できるようになり、検査対象を大幅に増やすことが出来るので、総合的な年代測定の検証判断にも大きなメリットとなっている。

このように最近 炭素 14 年代測定は微量でも精度よく計測できる AMS 法が出現し、適用範囲が大きく拡大

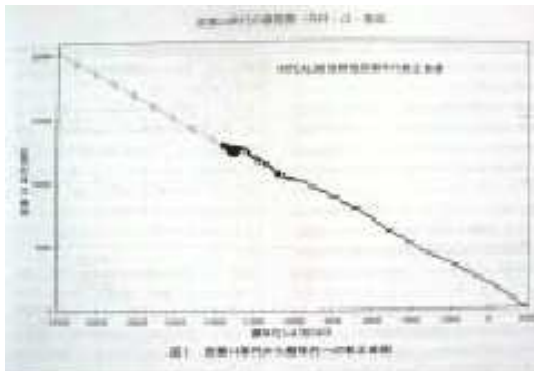
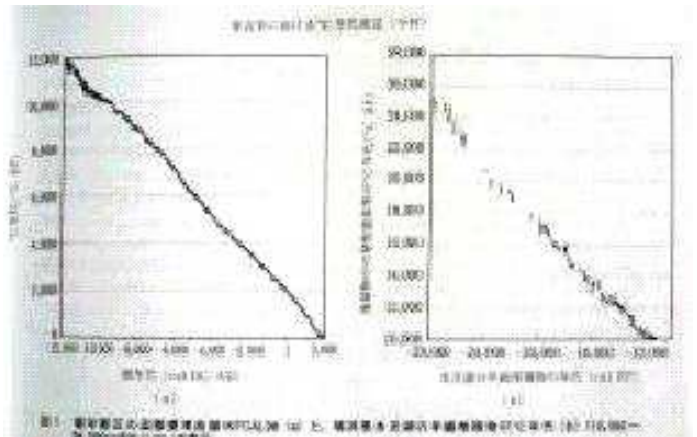
し、今まで実体測定が出来なかった数多くの物についての測定が可能になり、検討対象範囲が大きく広がり、比較検討できる事象をふくめ、情報量が格段に増加した。

最大課題はやっぱり絶対年代測定の為の絶対年代を決める較正曲線の信憑性と多くのデータによるその検証。今回の歴史博物館の発表については現在もまだ多くの論争があり、検証も必要ではあろうが、多くのデータが開示され、ひとつの解が示されていると思う。(年代較正曲線の信憑性は専門家の領域であり、素人では踏み込めない。時代の流れがそれを解決するだろう。)

本項は名古屋大学年代測定総合研究センター 中野俊夫「加速器質量分析法による古代鉄の放射性炭素年代測定」(日本鉄鋼協会 社会鉄鋼工学部会 2000年度秋季シンポジウム論文集)の資料・図面をベースに作成

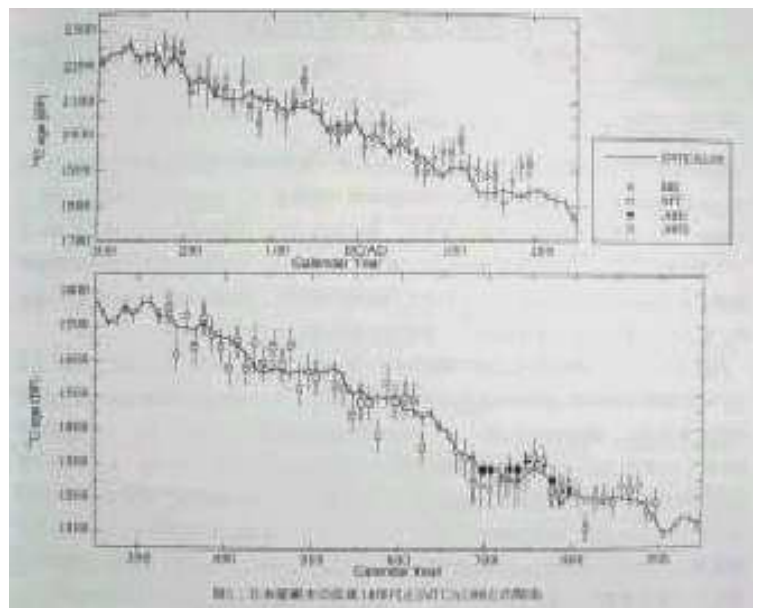
2.2. 炭素 C14 年代計測法 年代較正曲線 INTCAL98

炭素 14 年代測定法による絶対年代の確定には過去の炭素 14 濃度の変動や半減期の不確定さを相殺するため、確実に各々の年代が判っているものでのチェックが必要である。年代の判った古木の年輪や海洋・湖沼の年縞堆積物あるいはサンゴなどがこの役に使われ、数々の年代較正曲線のデータベース検討が国際的に行われ、現代では 24000 年までの較正曲線(INTCAL98)が作成され国際標準として使われている。今回の歴史民俗博物館の検討もこの年代較正曲線を使って検討がなされた。



日本のデータベースについても屋久杉等年輪をつかった較正曲線データや福井県・水月湖の年縞堆積物に基づく 45000 年のデータベースなども発表され、国際標準とされている較正曲線(INTCAL98)と日本のデータとの地域差等についても既に検証され、国際標準とよく一致することが示されている。

これらの国際標準の年代較正データベースがそろったお陰で、何千年も前の年代が、±20 年程度の素晴らしい精度で判るようになり、異なる地域間の直接的な年代比較も可能となり、国際的な相互間交流なども見直しが可能となったといえる。



従来 考古学の領域で広く行われてきた出土土器の編年による相対年代測定では、考えられない新しい視点評価が行える時代に来ている。

「三内丸山遺跡が持つあの壮大な木の文化はメソポタミア・エジプト文明の時代と同時代。あの世界三大文明の時代に日本にも勝るとも劣らぬ木の文化があつた」と言われても俄かには信じがたがった。

あの縄文のビーナス・亀ヶ岡の土偶・縄文土器そして6本柱の大櫓・古代漆で彩られた縄文のポシェットなど「日本の黎明期 縄文時代はまだ文明以前の未開の時」と何とはなしに思ってきたが、それらが一連の文化・文明のつながりを持って インターナショナルの場に登場するなど思いもよらぬ事。

新しい検討と再考証が始まるに違いない。



縄文文化 ポシェット・ビーナス・三内丸山遺跡・火焰土器

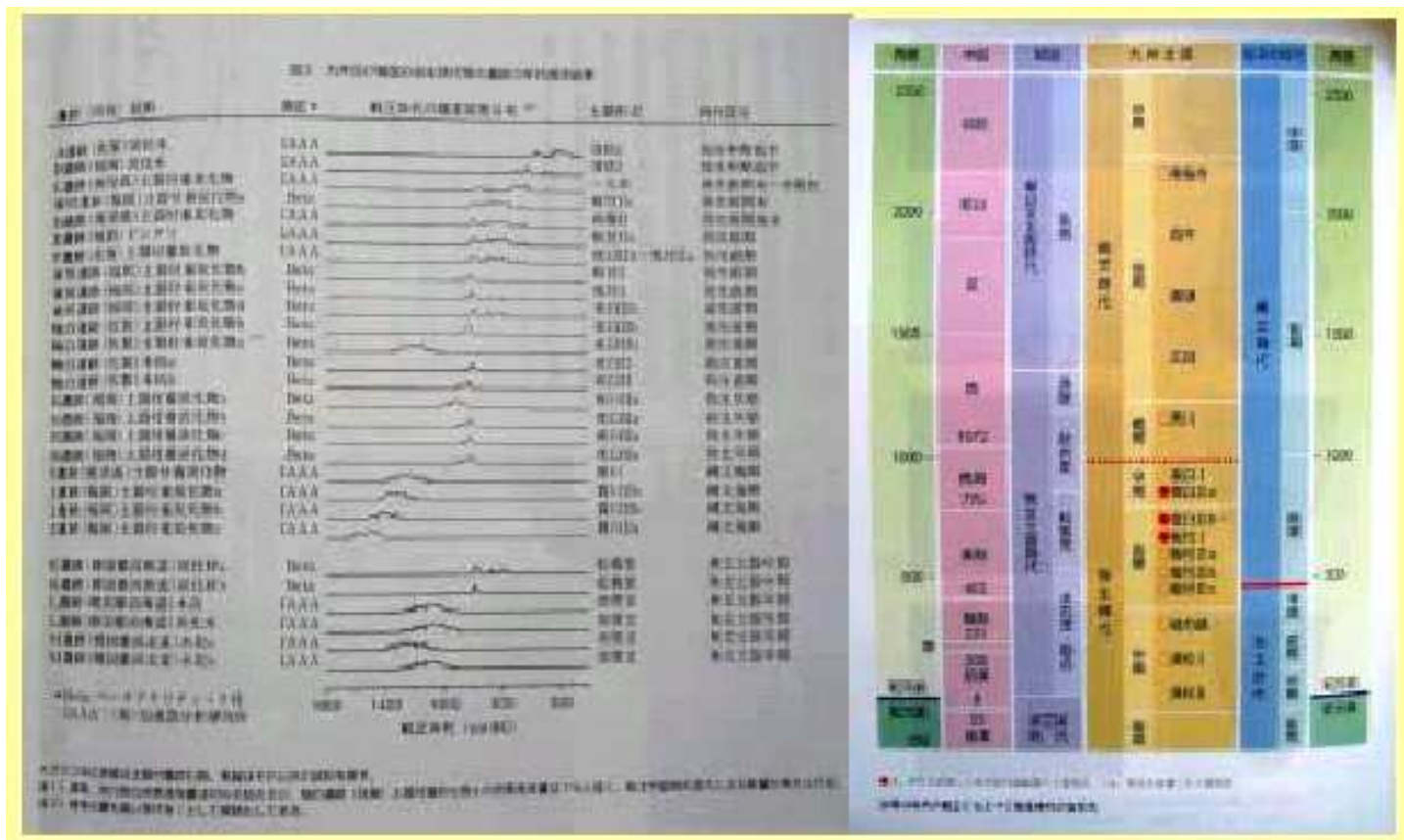
2.3. 「弥生時代が 500 年遡れる」

- 北九州では弥生時代が紀元前 10 世紀に始まったと考えられる -

九州北部の弥生時代開始期検討 土器附着炭化物等による炭素 14 年代測定結果

九州北部の弥生時代開始期検討 土器附着炭化物等による炭素 14 年代測定結果

遺 跡	試料番号	試料種類	地 区	測定機関番号	測定年代 (^{14}C 年代)	暦年年代	
						開始年代	終了年代
佐賀県唐津市白陶土遺跡	1	炭	南谷首式	Beta-174332	2009 ± 40	330cal BC - 350cal BC	(77.9%)
						360cal BC - 380cal BC	(8.0%)
						390cal BC - 410cal BC	(3.8%)
						420cal BC - 440cal BC	(0.3%)
福岡市早良区志木一丁目遺跡	1	土器附着炭化物	板付式	Beta-172128	2770 ± 40	380cal BC - 420cal BC	(95.7%)
						430cal BC - 470cal BC	(7.3%)
						480cal BC - 540cal BC	(4.4%)
						550cal BC - 620cal BC	(2.6%)
福岡市早良区志木一丁目遺跡	2	土器附着炭化物	板付式	Beta-172129	2640 ± 40	390cal BC - 430cal BC	(95.3%)
						440cal BC - 480cal BC	(4.0%)
						490cal BC - 550cal BC	(0.7%)
						560cal BC - 630cal BC	(0.0%)
福岡市早良区志木一丁目遺跡	1	土器附着炭化物	板付式	Beta-172133	2560 ± 40	320cal BC - 360cal BC	(94.0%)
						370cal BC - 410cal BC	(4.0%)
						420cal BC - 470cal BC	(1.4%)
						480cal BC - 540cal BC	(0.6%)
	2	土器附着炭化物	板付式	Beta-172134	2510 ± 40	360cal BC - 400cal BC	(91.7%)
						410cal BC - 450cal BC	(6.1%)
						460cal BC - 510cal BC	(1.1%)
						520cal BC - 580cal BC	(1.1%)
3	土器附着炭化物	板付式	Beta-172134	2020 ± 40	300cal BC - 340cal BC	(97.7%)	
					350cal BC - 390cal BC	(2.0%)	
					400cal BC - 440cal BC	(0.2%)	
					450cal BC - 500cal BC	(0.1%)	
4	土器附着炭化物	板付式	Beta-172135	2500 ± 40	340cal BC - 380cal BC	(98.5%)	
					390cal BC - 430cal BC	(1.3%)	
					440cal BC - 480cal BC	(0.1%)	
					490cal BC - 540cal BC	(0.1%)	



前記の二つの表は歴史民俗博物館によって研究評価された縄文・弥生時代と編年された土器に付着した炭化物の炭素 14 年代測定により年代計測された土器形式の年代測定結果ならびにそれを基に再構築した弥生時代の始まりを東アジアや従来の年代評価と比較である。

『弥生時代は従来より 500 年遡れる』と発表された根拠データのひとつである。

このデータからは炭素 14 年代計測の較正曲線として INTCAL98 年代較正曲線が正しいと理解すれば、北九州の弥生時代は紀元前 10 世紀に遡れる。

一方 従来のこの時代の年代計測は次のような方法で決定されてきた。

「前 1 世紀 前漢の時代以降の中国・韓国の金属器は製造年代がはっきりしており、これら年代のはっきりしている渡来鉄器をベースに出土した年代を決め、それ以前は土器の形式を一つ一つこつこつと綿密に調査検討して編年し、一つの形式の土器が存続するのは約 30~50 年として土器間の相対年を数えて年代を決めてきた」と言う。

この長年にわたる緻密な土器編年研究は凄い業績ではあるが、年代測定という面では土器編年に基づく相対的な年代計測となり、直接的な絶対年代評価は出来なかったと言える。

水田耕作が始まる弥生時代の始まりや縄文時代の年代については直接的な実証データがなかった。

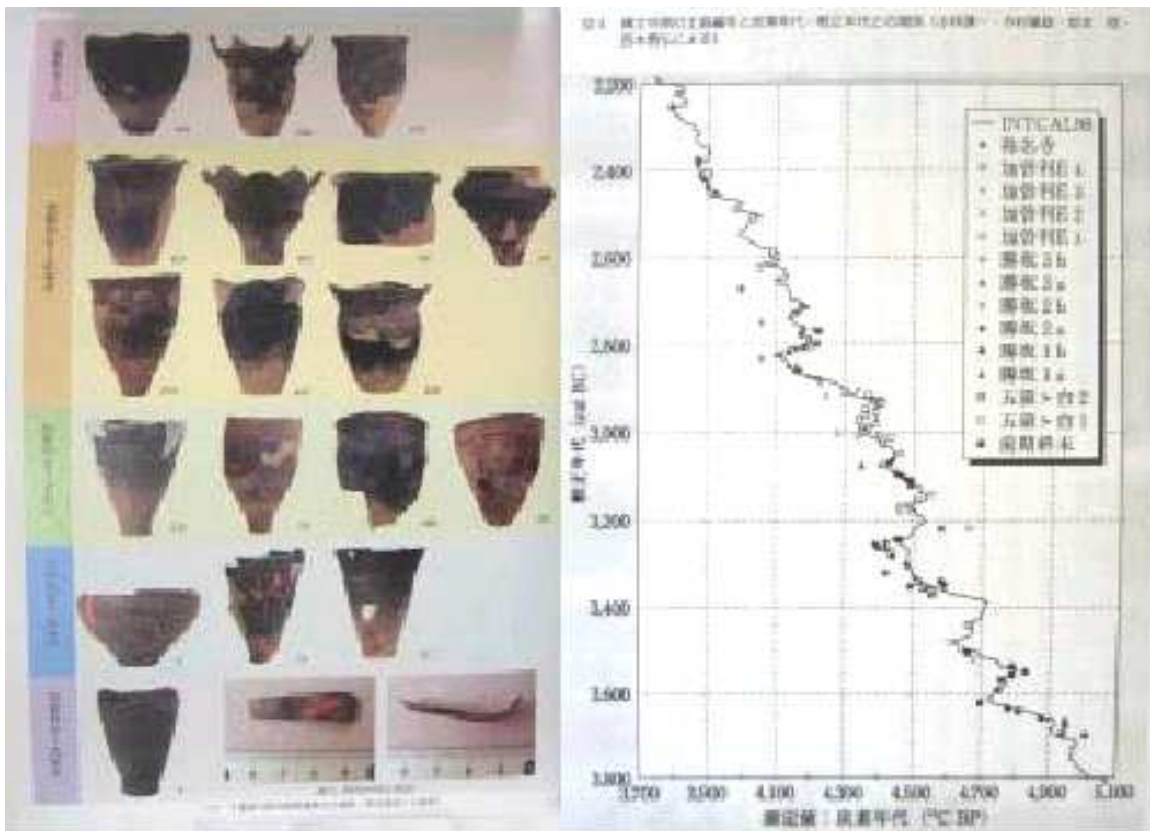
そんな中で炭素 14 年代測定法が重要な役割を演じるといえると考えられるが、当初は試料の汚染や環境来歴の正確な検証の重要性等の認識のあまさや炭素 14 年代と絶対年との較正曲線がまだ実証評価されていなかった事もあって、疑問符も多く、中々年代測定の中心にならなかったという。

AMS 法の登場で微量の試料測定が出来るようになり、しかも国際的な較正曲線が示され、古木年輪等とでこの絶対年との関係が明確になってきて、絶対年代計測の中心として、従来の方法との関係や時代測定が見直される事となった。

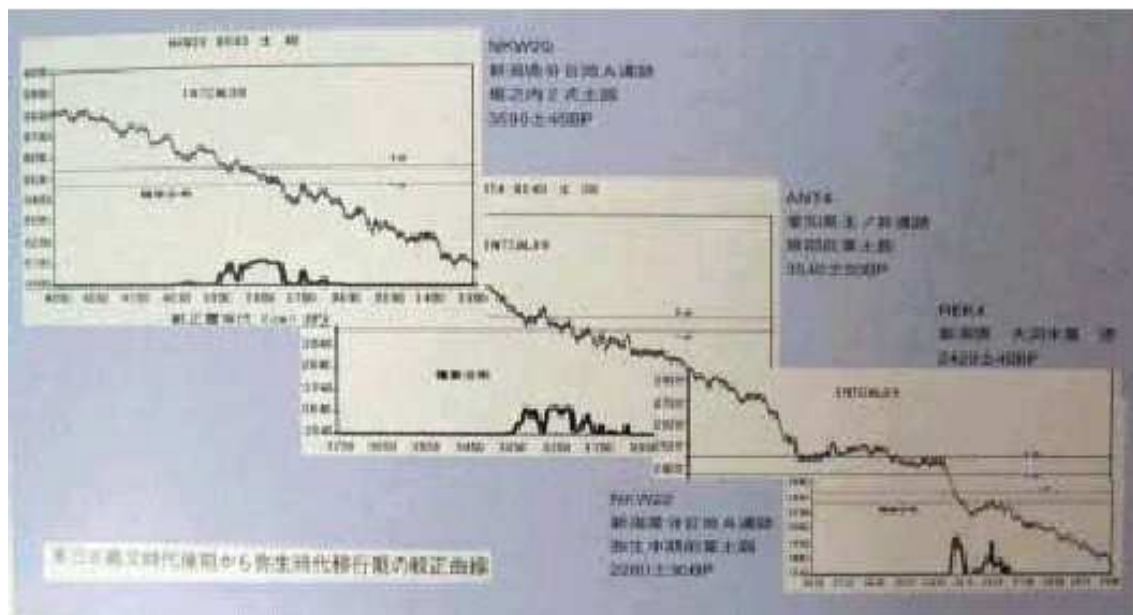
国立歴史民俗博物館の研究では日本古代の年代測定の基本となっている土器編年について AMS 法による炭素 14 年代測定結果との相関について詳細な検討を行い、一部の例外を除きその序列には矛盾がないが、縄

文後期・晩期の時代がさらに遡り、そして、問題の弥生時代の始まりについて、九州北部では紀元前 10 世紀にまで遡れると評価した。

また、この九州北部と青森に水田耕作が始まる時代まで約 700 年のギャップがあることなどの事実も明らかにし、縄文晩期から弥生時代の始まりそして中国の金属器が多数表れてくる紀元前 1 世紀までの日本の状況を対年評価で再構築を評価するに至ったわけである。



縄文時代中期の炭素 14 年代測定値(土器編年試料)と較正曲線の関係



約 500 年遡れるとなると大陸の中国・朝鮮半島と日本との交流の歴史についても一つ一つ見直さねばならぬ。特に鉄器伝来の問題は衝撃的である。500 年遡れるとするとこの時代朝鮮半島ではまだ鉄器は見つかっておらず、従来鉄器は朝鮮半島を通過して伝来したとする定説が怪しくなる。弥生の鉄器が初めて発見されたとする曲がり田遺跡の鉄斧はどうなるのだろう。

鉄器伝来とその後の伝播については常に朝鮮半島との関係が論じられてきたが、中国との関係も見直す必要があるとなろう。

もっとも、鉄器にはその製造過程で大量の炭素が加熱燃料から人工的に持ち込まれており、現在出土している鉄器のカーボンからの年代計測が可能となれば、鉄器の年代分析情報からその信憑性も明らかになってくるであろう。

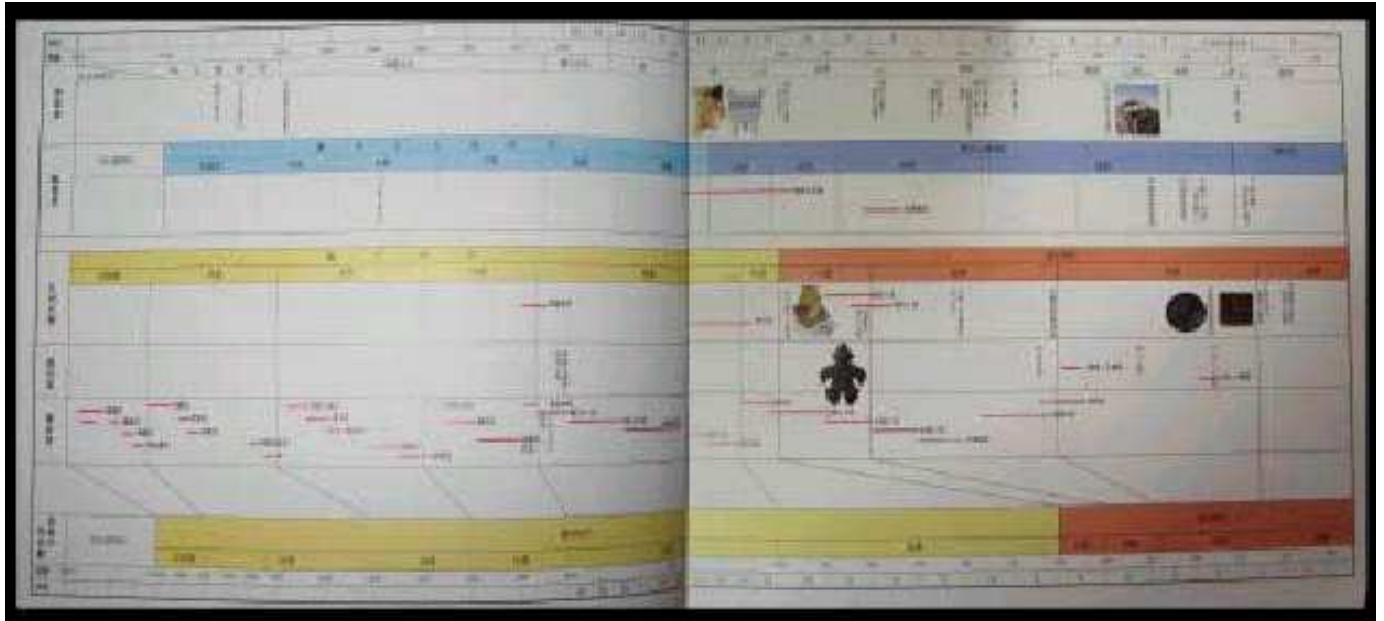
鉄器以外にも 興味は色々・・・

縄文の漆 漆のルーツにも・・・

弧絶して考えられてきた日本の古代の歴史が東アジア・世界の中に存在感を持って登場するのか・・・

日本の木の文化は世界文明のスケールをもつと言う。その信憑性にも迫れないか・・・

C14 較正年代による縄文・弥生時代の暦年表



本表から、従来の評価との対比と東アジアにおける年代較正した日本の位置付けがよく読み取れる。

以上 国立歴史民俗博物館で得た下記資料をベースに取りまとめた。

資料 「歴史を探るサイエンス」展 別冊

国立歴史博物館研究業績集「炭素 14 年代測定と考古学」(2003.年 10 月)

2.4. 今後の展開に期待を込めて

従来の日本の弥生時代の年代評価と炭素 14 年代測定法の大きな差の争点のポイントは次のように思える。

1. 従来の方法では この時代の年代評価が出土する土器の形式の編年により年代が相対評価され土器形式編年の年に絶対評価できるしっかりした根拠がない。
2. 一方年輪等の炭素 14 年代測定の較正曲線の信憑性はまだしっかり証明されておらず、INTCAL98 年代較正曲線が日本の絶対評価に使えるとした根拠はまだとぼしく、検体の来歴などをふくめて、信憑性評価の合意がまだ得られていない。

門外漢では在るが、自分流に考えると間接的評価から直接評価へ そして論理的な筋道が順次積み重ねられていく筋道の方がいずれは 誤差が少なくなり、真に近づけ、その流れに沿って評価する事は大いに意義があると思う。ただし、常に前提と論理が成り立つ範囲を常に明確にして、それを乗り越える時は常に論理が必要であることは銘記しておかねばならぬ。

一方 相対的な総合評価は矛盾を含みながらも全体を良く見通し方向視点を良く現す。したがって、大筋の方向の流れでは優れた面が多く、あいまいさが多い時には正しい手法である事も否めない。
さて、現状は どの位置にあるのか・・・今はどうなのか・・・

でも 国立歴史民俗博物館の研究成果が新しい視点を切り開き、多くの追試検証が進み、真実が明らかになるデ° だろう。また、この方法の応用展開からさらに新しい事実も浮かんでくるであろう。
さしずめ、ぼくにとって一番の興味は古代特に上古の時代の「鉄の問題」と「大陸 中国・朝鮮半島と日本の交流の歴史認識が大きく変わってくるのか・・・」ということである。

解析・評価技術の革新 新しい装置の出現が技術全体を引っ張ってゆく。地味な技術開発屋の一番面白いところでもある。縁の下の力持ち 華々しさはないが、確実に時代を変えてゆく。
この面白さをもこの国立歴史民俗博物館の研究成果に感じており、今後の展開を注視したい。
また、この新しい展開をもたらした質量分析器の設置には莫大な費用がかかり、まだ国内で数箇所設置されているに過ぎず、おいそれと誰でもが使えるという代物でない。 世の常として、一部の人達の独占使用にならぬ広いそれを必要とする研究者の利用が可能となる共同利用・共同研究 学際研究の展開が今以上に進む事を望みたい。



「弥生時代が500年遡れる。 弥生時代の始まりは紀元前10世紀・・・」
これにより、縄文・弥生の時代感がますます変わる また鉄の伝来は何時・・・
上古の時代 中国・朝鮮半島と日本の交流の歴史が大きく変わるのか・・・