

# 「科学的年代測定法」

年輪年代法 と

炭素14年代測定法・酸素同位体年輪年代測定法  
との関連



## 基本データ

2021年10月9日

丸地 三郎

## 古代史で利用される科学的年代測定法

- 地球科学・地質学・古生物学・古人類学などで利用される方法
  - 放射年代測定法（放射性同位体元素の崩壊を利用したもの）
  - 熱ルミネッセンス法（凝灰岩・貝化石・土器などが対象）
  - 黒曜石水和層年代測定法（表面の水和層（3%の含水量）と内部の屈折率の差で厚さを知り、加工年代推定）
- 古代史関連で利用される方法
  - ① 年輪年代法
  - ② 炭素14年代測定法
  - ③ 酸素同位体比年輪年代法
- 今回はこの3方法を取り上げる。
  - ①年輪年代法      ②炭素14年代測定法      ③酸素同位体比年輪年代法

# 下野七廻り鏡塚古墳

出土品の年代測定  
6世紀前半と云われるが



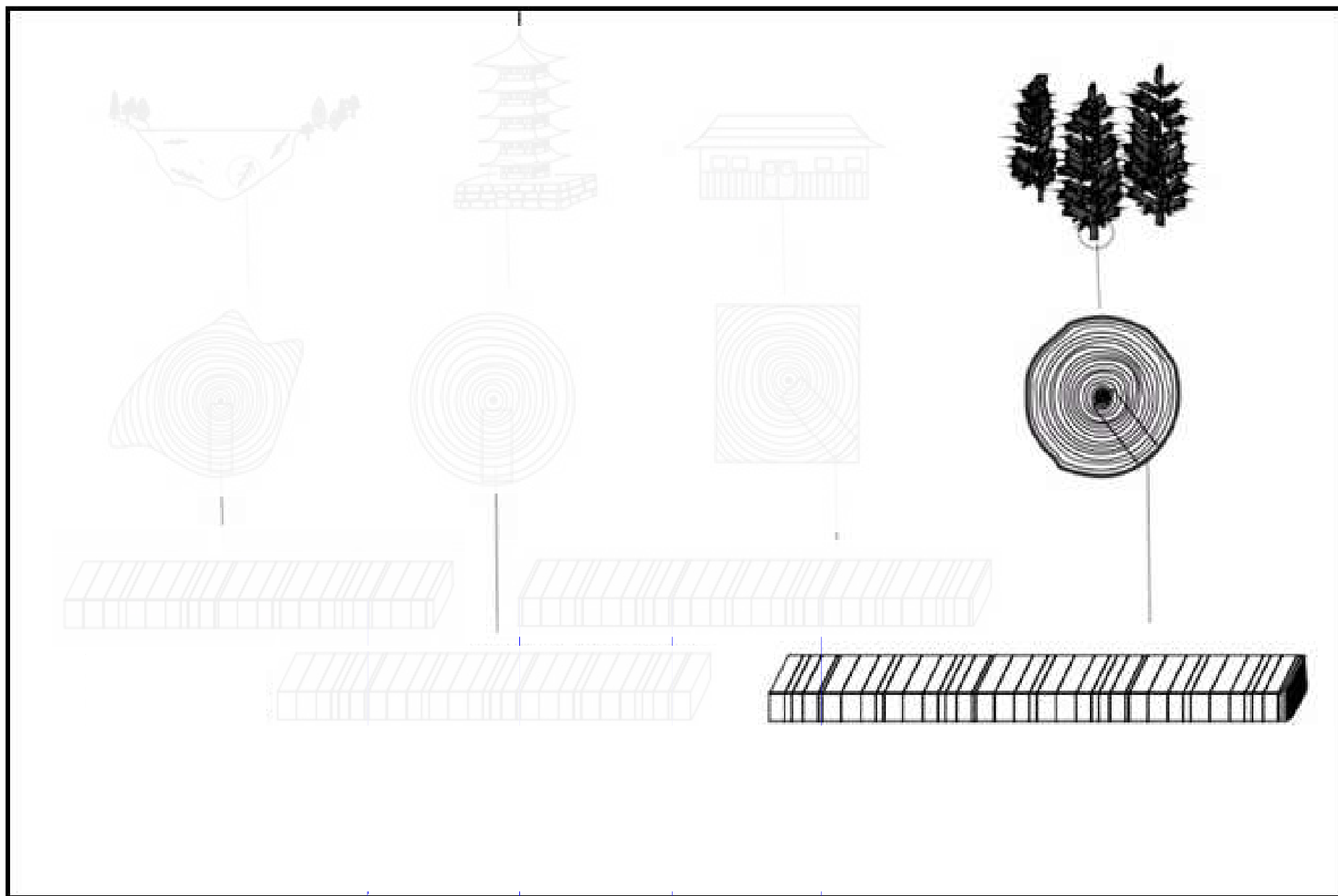
- 【下野七廻り鏡塚古墳出土品】
- (しもつけななまわりかがみづかこふんしゅつどひん)
- ●指定年月日 昭和61年6月6日指定
- ●所在地 栃木市大平町西山田
- ●公開状況 公開(有料) おおひら歴史民俗資料館内に展示(月曜休館)
- ●文化財概要
- 昭和44年4月13日、宅地造成工事によって発見された下野七廻り鏡塚古墳は、旧大平町及び県教育委員会等の関係機関によって発掘調査が数回にわたり実施され、その結果、古墳基底部と推定された箇所より我が国最大といわれる舟形木棺や組合せ木棺が発見された。
- 古墳は高さが5m前後、直径が約30mの円墳で、巾5～7mの周溝がめぐっていた。木棺は5m以上の深さにあたる位置から湧水のある青色粘土層に掘りこまれた状態で発見された。
- 木棺は初めて全貌が明らかになった例として貴重である。組合せ木棺はヒノキ材であった。
- 副葬品についても、刀身・鞘・把木・三輪玉から成る大刀、黒漆塗弓、柄・石突の完存する矛、篋(の)の残る鉄鏃など湧水の影響を受けて、木製の部位や鞆の皮革部、毛編物残欠など、これまでの古墳出土遺品ではその細部を把握できなかった遺品も良く遺存している。

## 古墳の年代を年輪から計る (1995考古学と自然科学) 光谷拓実著

- 遺存状態の良好な**舟形木棺身部の年代測定**をおこなった。
  - 年輪幅の計測は、縄掛突起部に近い箇所において、中心部(髄)から左右に2方向の測線を設定し、それぞれ年輪データを収集した。これ以外に、身部底面の3カ所から直径5mmの棒状標本を採取、研究室に持ち帰り、木製標本台に固定し、上面をカミソリ刃で平滑に調整してから年齢データを収集した。
  - 身部から直接計測した2方向の年輪パターンと棒状標本3点の年輪パターンとをそれぞれ個別に照合、それぞれの重複位置で年輪データを総平均し、**243層分の年輪パターン**を作成した。
- これを身部全体の年輪パターンとして、奈良県平城宮跡出土の柱根(ヒノキ)で作成した暦年標準パターン(前37年～838年)と照合したが明瞭な重複位置を見つけだすことはできなかった。
- ところが、栃木県とは近畿圏より距離的に近い、**静岡県裾野市の富士山山麓から出土したヒノキの埋木の年齢パターン(44年～883年)**と照合してみたところ、243層分の年輪パターンは、**225年～467年の年代位置**で合致することが判明した。
  - 年輪パターン照合において、距離が近いほど有利に働いた結果である。
  - さらに、467年に形成された**年輪の外側には、計測できなかった年輪が8層分確認**できたので、身部本体の残存最外**年輪の形成年は475年**となる。
  - 原木ではさらにその外側に何層分の年輪があったのか、それを算出することは困難である。
    - ここで、削除されたであろう心材部の年齢層数を求めることはできないが、少なくとも辺材部に含まれる年齢層数を推算し、これをこの年輪年代に加算して原木の伐採年にできるだけ近い年代を概算してみることにする。
    - 三好東一のヒノキに関する材質の研究によると、標準木36個体に平均辺材幅は3cmをもって基準とみなすことができる、と報告している。
    - ここで仮に、この身部の原木に3cmの辺材部があったとする。計測した243層分の平均年輪幅は1.5mmと広い。辺材部に占める年輪がこの平均年輪幅でもって推移していたとすれば、辺材部のなかに**20層分の年輪**が刻まれていたことになる。
    - **身部の年輪年代は475年、これにこの推算した年輪層数を加算すると、495年**となる。
    - これに、さらに加工時に削除された心材部の年輪層数が加わるから、原木の伐採年の上限年代は500年以降が推察できる。
    - 七廻り鏡塚古墳は、一般に6世紀前半のものとされており、年輪年代測定の結果もそれと矛盾することはない。
- **従来の考古学では、100年単位(数十年単位)までしか年代を特定できなかったが、年単位(10年単位)まで特定が可能になり、画期的な成果。**

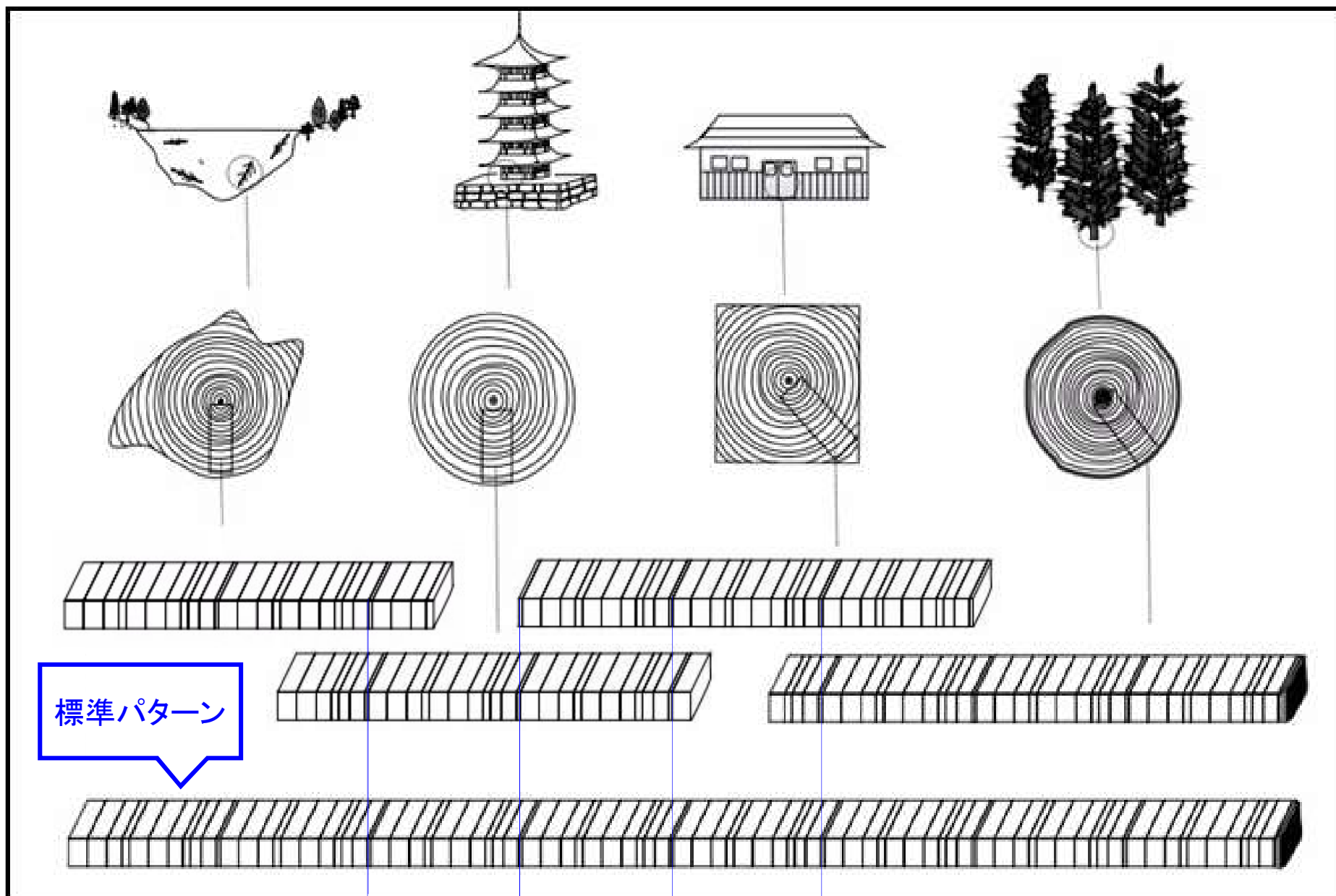
# 古い年代から新しい年代までの標準パターンの作成

木材学会誌Vol52, No5(2006)日本の年輪解析研究と現状と展望 野田真人(北海道大学)

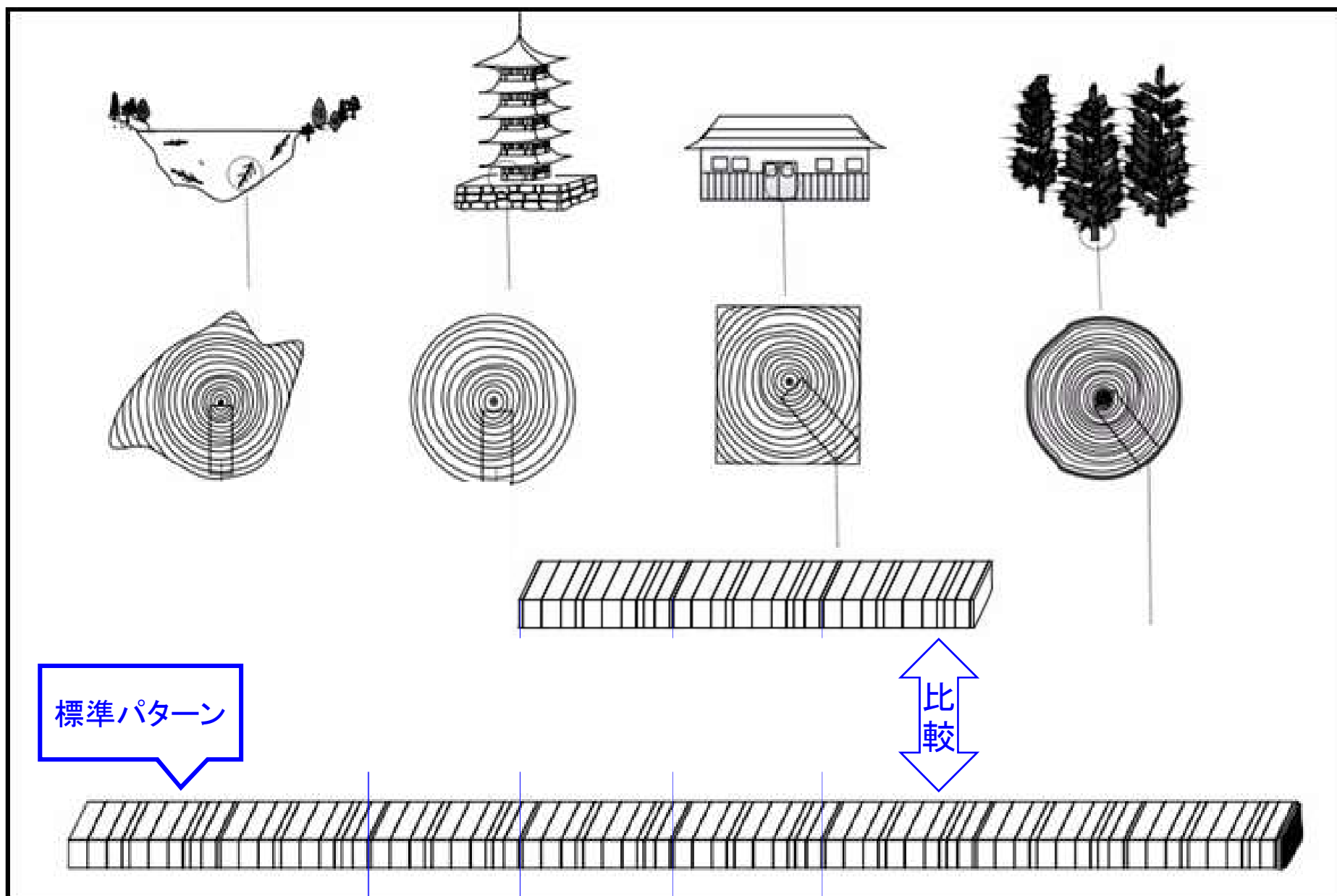


# 古い年代から新しい年代までの標準パターンの作成

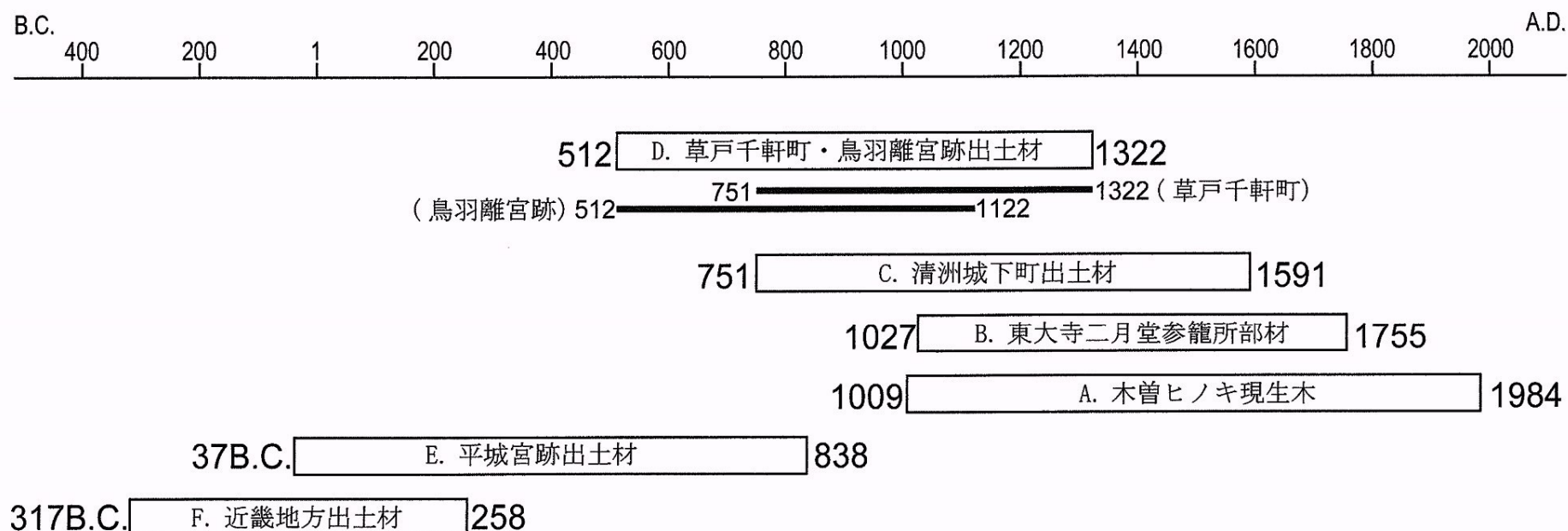
木材学会誌Vol52, No5(2006)日本の年輪解析研究と現状と展望 野田真人(北海道大学)



# 未知の木材の年代測定



## 奈文研で作成されたヒノキ材の暦年標準パターン



第1図 暦年標準パターン（ヒノキ）の遡及経過（1990年まで、註11より作成）

- 下記論文より借用  
 日韓交渉史研究と年輪年代学 -日本における課題-  
 藤井裕之著(奈良文化財研究書 埋蔵物文化センター(客員研究員))



## 年輪年代法(年輪年代測定法):概要紹介

- 樹木の年輪を使って、古い建築物や木材の年代を測定する方法
  - 世界では
    - 毎年一層ずつ形成される年輪の生長度合いは、気象条件などに左右される。年輪幅の広い年と狭い年があり、その年輪幅の変化パターンを、数十年以上の長期間で比較することで、樹木・木材の年代を測定する方法。
    - 古代の木材に適用されると、1年単位で正確に判明する画期的な年代測定法。
    - 1920年代から欧米で開発され、ドイツでは10,000年・米国では8,500年の標準パターンが得られ実用化されている。
    - 日本では、適用に否定的な見解があったが、本格的な研究開始が1980年代に開始された。
  - 日本では
    - 奈良文研(奈良文化財研究所)の光谷拓実氏が、実用性があるものを開発。
      - 木曽のヒノキ材および近畿地方の建物に使用された木材により現在から古代に渡る年輪成長パターンを標準化し、2種類の標準パターンを作成した。
      - この標準パターンと調査対象の木材の年輪を比較することにより、木材の年輪年代を特定し、樹皮までも残る木材に関しては、伐採年代を特定できる。
- 年輪年代測定法の特徴
  - **土器の編年などによる年代測定は、相対的には精度が有っても、絶対年代が特定できなかった**
  - **年輪年代法は、年単位の正確さで計測が可能となる画期的なもの。**

# 弥生～古墳時代 年輪年代測定 成果

- 2007年の発表でも、BC500年までさかのぼる成果を出している。

**年輪年代法と歴史学研究**  
Dendrochronology and Historical Research

光谷拓実  
MITSUTANI Takumi

国立歴史民俗博物館研究報告  
第137集 2007年3月

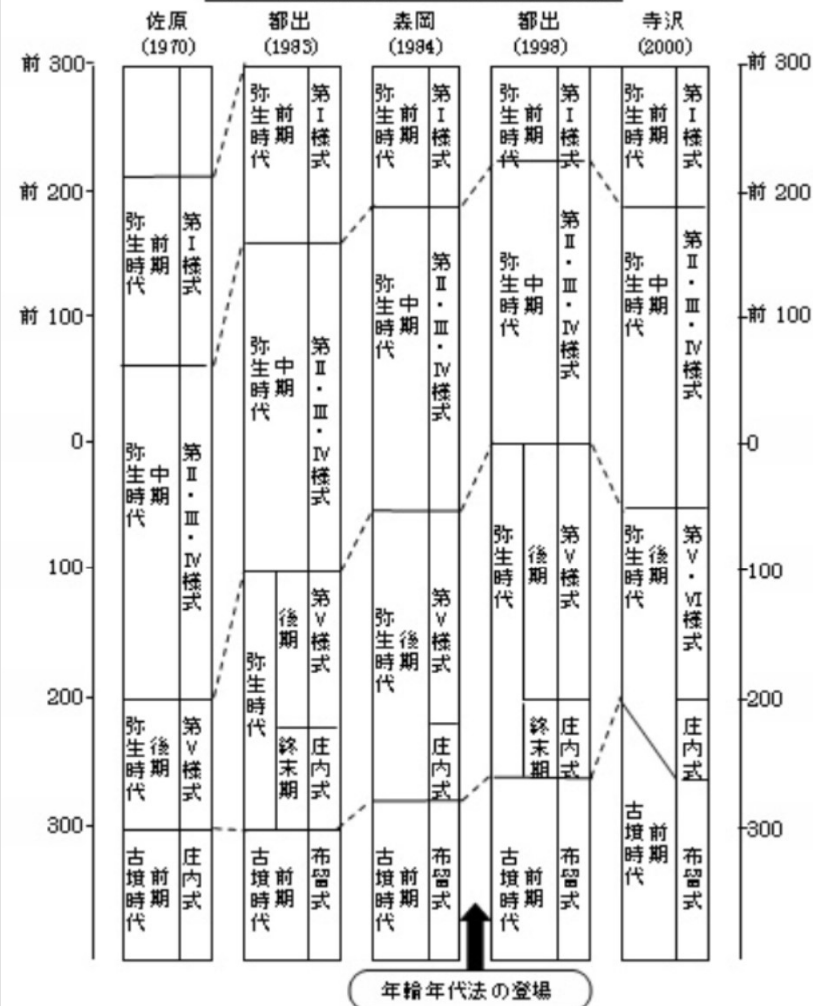
表1 弥生～古墳時代の重要遺跡出土木製品の年輪年代(樹皮型:A, 辺材型:B, 心材型:C)

〈2000年以降の調査〉	A. D.	〈2000年以前の調査〉
	400	
府中遺跡 (大阪) 板材 (B) 布留 314		343 長原遺跡 (大阪) 板材 (B)
	300	
鴨都波遺跡 (奈良) 木棺底板 (C) 288		288 蔵王遺跡 (新潟) 礎板 (B)
鴨都波遺跡 (奈良) 木棺底板 (B) 236		247 下田遺跡 (大阪) 腰掛 (B)
	200	
勝山 (奈良) 板材 (B) 199		222 二口かみあれた遺跡 (石川) 井戸杵材 (B)
東園田遺跡 (兵庫) 板材 (炭化) (C) 181		196 二口かみあれた遺跡 (石川) 柱根 (B)
朝日遺跡 (愛知) 自然木 (B) 168		177 纏向石塚古墳 (奈良) 板材 (B)
米野遺跡 (岐阜) 槽 (B) 152		169 大友西遺跡 (石川) 井戸杵材 (A)
青谷上寺地遺跡 (鳥取) 矢板 (A) 141		145 大友西遺跡 (石川) 井戸杵材 (A)
小柿遺跡 (滋賀) 扉板 (A?) 125		
東園田遺跡 (兵庫) 杭 (BorC?) 120		
	100	
瓜生堂遺跡 (東大阪) 祭祀具 (C) 83		87 雀居遺跡 (福岡) 机天板 (C)
大藪 (京都) 柱根 (B) 51		78 蔵ヶ崎遺跡 (京都) 矢板 (A)
曾根八千町遺跡 (岐阜) 木棺底板 (C) 38		
	1	
青谷上寺地遺跡 (鳥取) (B) 61		52 池上曾根遺跡 (大阪) 柱根 (A)
		60 二ノ畦・横枕遺跡 (滋賀) 井戸杵材 (A)
		97 二ノ畦・横枕遺跡 (滋賀) 井戸杵材 (A)
	100	
		116 桂見遺跡 (鳥取) 杭 (A)
	200	
瓜生堂遺跡 (東大阪) 木棺底板 (C) 218		223 下之郷遺跡 (滋賀) 板材 (B)
池島福袴遺跡 (大阪) 自然木 (C) 258		245 武庫庄遺跡 (兵庫) 柱根 (A)
下之郷 (滋賀) 板材 (AorB) 272		248 南方遺跡 (岡山) 板材 (B)
八日市地方遺跡 (石川) 木棺小口板 (C) 297		
八日市地方遺跡 (石川) 板材 (C) 315		
	300	
	400	
瓜生堂遺跡 (大阪) 木棺側板 (C) 436		445 東武庫遺跡 (兵庫) 棺材 (C)
瓜生堂遺跡 (大阪) 木棺側板 (C) 460		448 東奈良遺跡 (大阪) 板材 (C)
八日市地方遺跡 (石川) 板材 (C) 472		
久宝寺遺跡 (大阪) 木棺底板 (C) 519		
	500	
	B. C.	

# 日本の歴史・考古学へ与える大きな影響

- 1980年代の後半より年輪年代法が登場
- 1996年には池上曾根遺跡のヒノキ柱根が紀元前52年の伐採と判定され、
- 弥生中期が通説より100年も繰り上がった。
- この影響を強く受けたのが1998年の都出案である。
- この都出案では、古墳時代の開始を従来通説より50年古い250年頃とし、弥生中期・後期は異端とされた森岡案より更に30～50年古く設定した。
- 2000年の寺沢案は、弥生後期の始まりを紀元後50年と、森岡案に戻している。
  - また古墳時代の本格化は270年頃とするものの
  - 200～270年は弥生から古墳時代への移行期「纏向型前方後円墳の時代」と設定している。

図3 近畿地方 土器年代比較表



(注) 以下を参考に作成した

佐原 真 「古代の日本 五 近畿」(1970) 都出比呂志 「古代国家はこうして生れた」(1998)  
 都出比呂志 「三世の九州と近畿」(1983) 寺沢 繁 「玉櫛誕生」(2000)  
 森岡秀人 「大阪湾沿岸の弥生土器の層年と 倉神秀夫 「息吹の証 年輪の証言」(1999)  
 年代」(1984)

## 年輪年代法への問題提起 ①

- 『光谷氏が独自に開発したこの手法の基礎データは公開されておらず、チェックする同業者が一人もいない。自然科学の実験データや操作は互いにチェックし合う者がいないほど危ういものはない』と、纏向学研究センターセンター:寺沢薫氏。
- 「年輪年代法を巡って」と題するHP <http://wwr2.ucom.ne.jp/hetoyc15/hitori/nenrin1.htm> で、小林 滋氏が指摘した文面が、論理的に良くまとまっているので、借用する。
  - 2002年10月12日付の朝日新聞夕刊(第2版)第5面の「ウイークエンド サイエンス&テクノロジー」に掲載された竹石涼子記者による署名入りの特集記事「年代測定法」に対する質問として提示されたものを上記に掲載。
    1. 実際のところ、日本において「年輪年代法」を研究しているのは、「奈良文化財研究所の光谷拓実・古環境研究室長」お一人(もしくはその研究グループ)に過ぎないのです。
      - 「年輪年代法」を検討した研究者には周知の話ですが、一般の読者にはわからないことです。
    2. ある遺跡から発掘された木材の伐採年を発表するに際して、他の研究者(仮に存在するとして)が再度検証できるようなデータは一切提示されることなく
      - 従来から、「伐採年は〇〇年である」との測定結果だけが単に示されてきております。
        - これでは、**極端に申し上げれば、神の御託宣**ともいえるのではないのでしょうか？
    3. 以上の二点から帰結します「年輪年代法」の大きな欠陥とは、次のような事柄ではないかと考えております。
      - ✓ 「科学」、特に「自然科学」の分野であったなら絶対的に必須とされる、
      - ✓ 他の研究者(当然のことながら、同じ組織には所属しない)により、
      - ✓ 同一の方法に従って行なわれる検証(チェック・追試)の手続きが、
        - 「年輪年代法」にあってはこれまでのところ一切なされていないこと、
- この点が先ず以って問題点として取り上げられるべきではないかと考えております。

# 検証が可能か？

- 奈文研: 光谷氏の測定データは検証が不可か？
  - 弥生時代の樹木が何時存在したかを明記する史料は無い。 → 検証不可
  - 貨泉 などの埋蔵との関連を示すことで年代比較は可能だが、貨泉 と樹木の関係は確定できない。 → 検証不可
  
- ✓ 日本書紀には、天武天皇(672年~686)以降は、詳細な記述が残る。
- ✓ 文献史料の残る事例では検証が可能
  - ✓ 文献等の史料が残る測定事例
    - ◆ 法隆寺五重塔
    - ◆ 元興寺禅室
    - ◆ 紫香楽宮
    - ◆ 法起寺三重塔
    - ◆ 正倉院
  
- 文献史料と比較検討して、
  - 合致していれば、信頼ができる。
  - 合致していなければ、問題が明確となる。
  
- 科学的な基礎データが公開されない場合、残された検証方法

歴史年代		文献記録との照合可能
	800	
	700	
	600	
	500	
(2000年以降の調査)	400	(2000年以前の調査)
府中遺跡 (大阪) 板材 (B) 布留 314	300	-343 長原遺跡 (大阪) 板材 (B)
鴨部波遺跡 (奈良) 木棺底板 (C) 288		-288 藤王遺跡 (新潟) 礎板 (B)
鴨部波遺跡 (奈良) 木棺底板 (B) 236		-247 下田遺跡 (大阪) 腰掛 (B)
勝山 (奈良) 板材 (B) 199 東園田遺跡 (兵庫) 板材 (炭化) (C) 181 朝日遺跡 (愛知) 自然木 (B) 168 米野遺跡 (岐阜) 槽 (B) 152 青谷上寺地遺跡 (鳥取) 矢板 (A) 141 小橋遺跡 (滋賀) 扉板 (A?) 125 東園田遺跡 (兵庫) 枕 (BorC?) 120	200	-222 二口かみあれた遺跡 (石川) 井戸枠材 (B) -196 二口かみあれた遺跡 (石川) 柱根 (B) -177 樋向石塚古墳 (奈良) 板材 (B) -169 大友西遺跡 (石川) 井戸枠材 (A) -145 大友西遺跡 (石川) 井戸枠材 (A)
瓜生堂遺跡 (東大阪) 祭祀具 (C) 83	100	-87 雀居遺跡 (福岡) 机天板 (C)
大藪 (京都) 柱根 (B) 51		-78 藤ヶ崎遺跡 (京都) 矢板 (A)
曾根八千町遺跡 (岐阜) 木棺底板 (C) 38	1	
青谷上寺地遺跡 (鳥取) (B) 61		-52 池上曾根遺跡 (大阪) 柱根 (A) -60 二ノ畦・横比遺跡 (滋賀) 井戸枠材 (A) -97 二ノ畦・横比遺跡 (滋賀) 井戸枠材 (A)
	100	-116 桂見遺跡 (鳥取) 枕 (A)
瓜生堂遺跡 (東大阪) 木棺底板 (C) 218 池島福徳遺跡 (大阪) 自然木 (C) 258 下之郷 (滋賀) 板材 (AorB) 272 八日市地方遺跡 (石川) 木棺小口板 (C) 297	200	-223 下之郷遺跡 (滋賀) 板材 (B) -245 武庫庄遺跡 (兵庫) 柱根 (A) -248 南方遺跡 (岡山) 板材 (B)
八日市地方遺跡 (石川) 板材 (C) 315	300	
瓜生堂遺跡 (大阪) 木棺側板 (C) 436	400	-445 東武庫遺跡 (兵庫) 棺材 (C)
瓜生堂遺跡 (大阪) 木棺側板 (C) 460		-448 東奈良遺跡 (大阪) 板材 (C)
八日市地方遺跡 (石川) 板材 (C) 472		
久宝寺遺跡 (大阪) 木棺底板 (C) 519	500	
	B.C.	

# 日本書紀の記述と年輪年代の差異が有る

2020.11.01 鷲崎弘朋

## I) 飛鳥奈良時代：年輪年代「測定値」が記録と100年違う

### 法隆寺五重塔ヒノキ心柱（直径82cm、樹皮型）

607年創建の法隆寺は、**670年に全焼**（日本書紀天智九年）、  
7世紀末～8世紀初の再建とされる。

1941～1952年の解体修理に際し、厚さ 10 cmの円盤標本が切り取られ、京都大学に保管されていた。

1. 測定値は**594年伐採**。心柱は五重塔（免震）構造上から最も重要で、**100年前の古材**転用は建築学では考えられない（建築学の鈴木嘉吉氏、藤井恵介氏）。また解体修理時に、心柱に転用取扱い跡や転用加工跡はなかった。
2. 貯木場に100年保管していたとの説も、まず考えられない。
3. 2002～2004年の法隆寺西院伽藍の調査でも、樹皮型・辺材型11点の中で心柱以外は全焼記録と整合性があるのに、なぜ心柱だけが突出して古く、異様な数値（後述）⇒今でも**謎のまま**。



**謎**ではなく、測定値は100年狂っており**694年伐採**が正しい。

## 法起寺三重塔ヒノキ心柱（直径70cm、心材型）

\* 法起寺は聖徳太子の岡本宮を後に寺にしたもの

\* 三重塔の**建立は706年頃**（聖徳太子伝私記や法隆寺記録「別当記」が記録する露盤銘）

- ① 年輪年代は**572 + a年**（心材型）で、文献と134年違う。ヒノキの場合、年輪1層は約1mmで、134層（年）は13.4cmに相当する。

そうすると、原木の直径は70cm + 26.8cm (13.4×2) = 96.8cm、すなわち約97cmとなる。これを比較すると、直径70cm心柱は直径97cm原木の断面積のちょうど50%を削り取って柱に仕上げたことになる。

しかし、これはまず考えられない。

- ② 現状は古材使用と説明しているが、**100年**修正して新材のヒノキとするのが正しい。
- ③ 法隆寺五重塔心柱は樹皮型。これを踏まえ、法起寺三重塔心柱が**134層も削られた**のは光谷拓実氏も疑問とする。

結論：記録との乖離**134層** = 樹皮・辺材の削り34層 + 測定値の狂い100層（100年）



## 東大寺正倉院



### 正倉院建築はAD760年頃 (東大寺記録)

「×」表示7点の年輪年代と建築年（AD760）の平均乖離は173年。一方、この7点の残存年輪は平均177層（175, 99, 204, 153, 226, 207, 179層）。  
 ということは、板面積の約50%【 $173層 \div 350層$ （ $173+177$ ）=49.4%】を切断処理したことになるが  
 あり得ない。

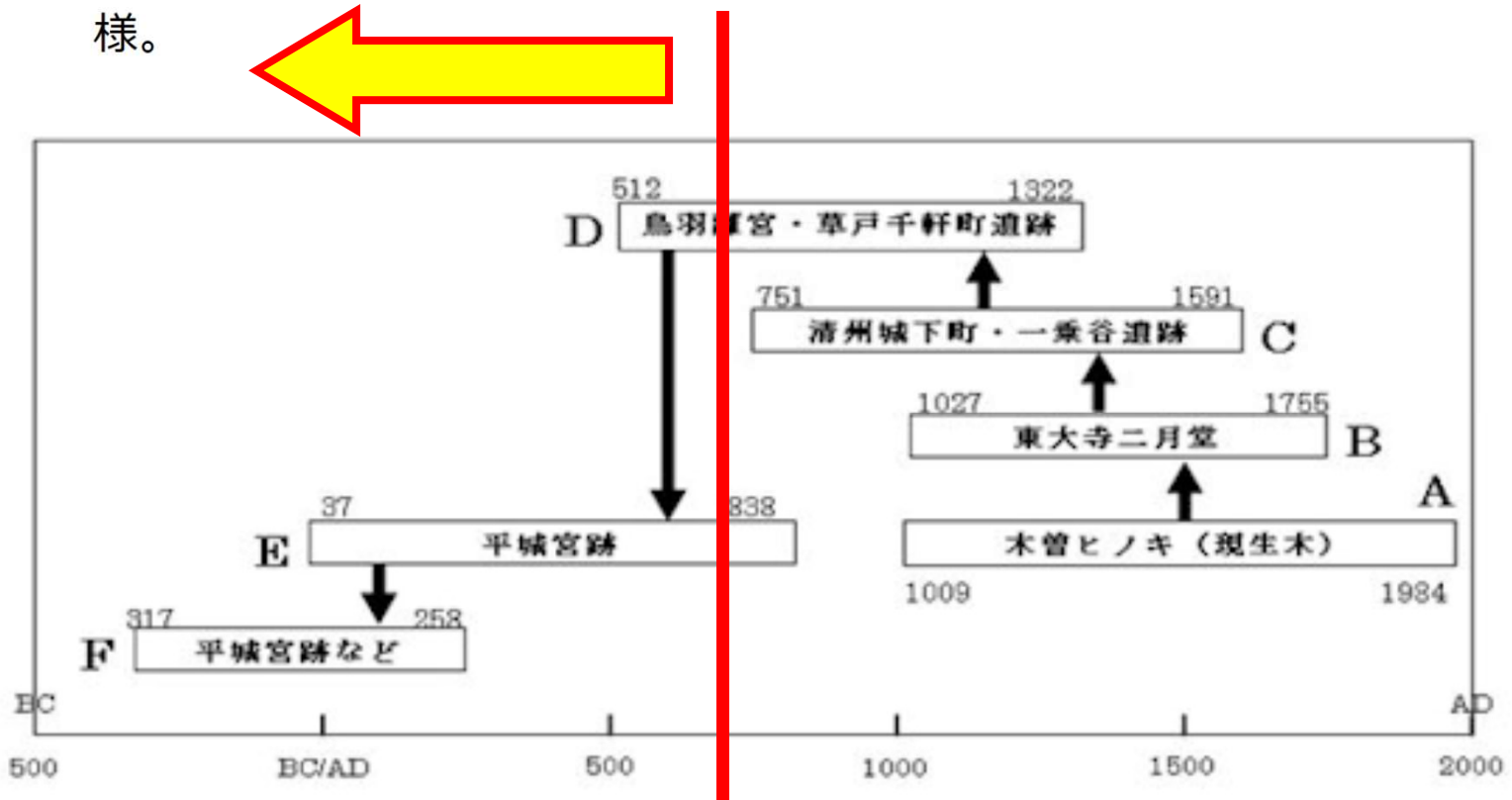
測定値が640年以前を示す7点すべてが100年前の古材使用となるが考えられない。

正倉院の試料	年輪年代	建築年代	整合性
No.1 心材型	AD600+ $\alpha$	AD760頃	×
No.2 心材型	594+ $\alpha$	AD760頃	×
No.3 心材型	639+ $\alpha$	AD760頃	×
No.4 辺材型	714+ $\alpha$	AD760頃	○
No.5 辺材型	741+ $\alpha$	AD760頃	○
No.6 辺材型	716+ $\alpha$	AD760頃	○
No.7 心材型	679+ $\alpha$	AD760頃	○
No.8 心材型	576+ $\alpha$	AD760頃	×
No.9 心材型	569+ $\alpha$	AD760頃	×
No.10 心材型	576+ $\alpha$	AD760頃	×
No.11 心材型	556+ $\alpha$	AD760頃	×
No.12 心材型	719+ $\alpha$	AD760頃	○
No.13 心材型	718+ $\alpha$	AD760頃	○
No.14 心材型	677+ $\alpha$	AD760頃	○
No.15 心材型	709+ $\alpha$	AD760頃	○



## ヒノキの旧標準パターン (BC317~AD1984)

1. **旧標準パターン**は、1985年にBC37年まで作成、1990年にBC317年まで延長された（図は『年輪に歴史を読む——日本における古年輪学の成立』1990より）。
2. パターン**E** (BC37~AD838) は飛鳥時代で接続に失敗し、**AD640年以前**は100年狂っている。これと連結した**F** (BC317~AD258) も同様。





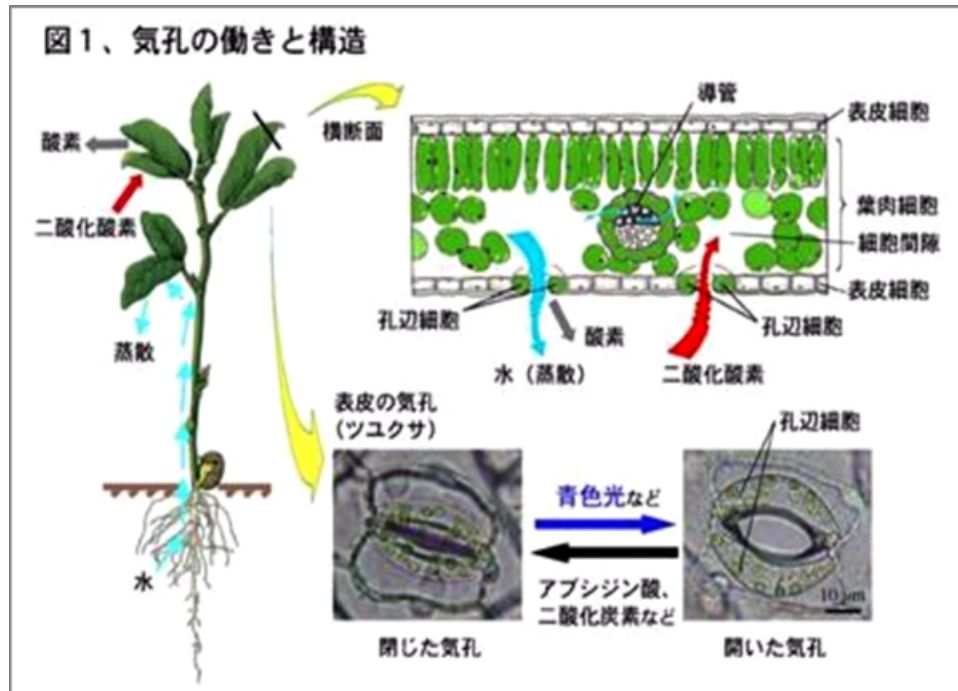
## 2019年5月11日の光谷拓実氏講演内容(全邪馬連東京支部主催講演会)

- 開始早々は、年輪年代法に関わることになった経緯、意気込み、苦勞を話をされ、共感を呼んだ。
- その後は、事前の鷲崎会長の質問に回答するとして講演が進められた。
  - 標準パターンについて回答と説明
  - 法隆寺五重塔心柱/元興寺禅室の部材/紫香楽宮跡出土の柱9本/法起寺三重塔心柱/東大寺正倉院について回答
    - いずれのケースについても、新しい標準パターンを使って再検証を行い、従前通りの結果を得たと報告し、正しい結果であると説明。
    - いずれのケースについても、提示された結果は、従前通りの『標準パターンと対象物パターンのグラフ』のみであった。
      - その外のデータの開示は一切なかった。
- 従前より課題となって居る、
  - 他の研究者が再度検証できるようなデータは一切提示されることなく
  - 単に結果だけが提示された。
- 光谷拓実氏は、科学としてのデータ開示、説明の意思が全く、示されなかった。
  - 従って、国立の研究機関である奈良文化財研究所にデータ開示請求する以外に、納得のゆく説明又はデータ開示が行えないと見えた。

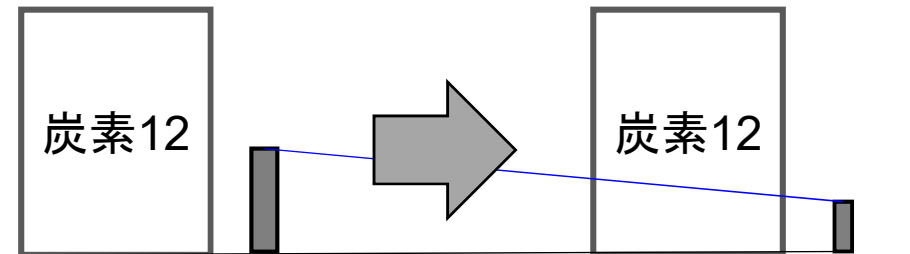
# 炭素<sup>14</sup>年代測定法の原理

- 自然環境では、炭素<sup>12</sup>(99%)と炭素<sup>13</sup>(1%)が存在する。
  - その外に極微量の炭素<sup>14</sup>が存在する。
    - 炭素<sup>14</sup>は不安定で、半減期5700年で崩壊する
- 炭素<sup>12</sup>, <sup>13</sup>, <sup>14</sup>は、植物に取り込まれる

- ✓ 炭素<sup>14</sup>は、
  - ✓ 光合成で、空気中の炭素は植物の体内に取り込まれる
    - 
  - ✓ 樹木の年輪の中に取り込まれ固定した状態に炭素<sup>12</sup>が大部分で炭素<sup>14</sup>は少量新たな炭素は供給されない。
    - 



日本植物生理学会のHPより借用

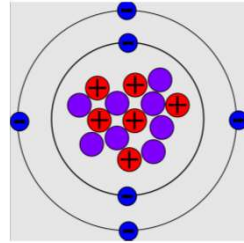


- ✓ 半減期が来ると
  - 炭素<sup>14</sup>の数は半減
  - 炭素<sup>12</sup>の数は変化なし
    - 炭素<sup>14</sup>と炭素<sup>12</sup>の比率が大きく変化する
- 炭素<sup>14</sup>と炭素<sup>12</sup>の比率を調べると固定されてからの年数が計算できるはず。

# 年輪年代法と炭素14年代測定法 その関係 ①

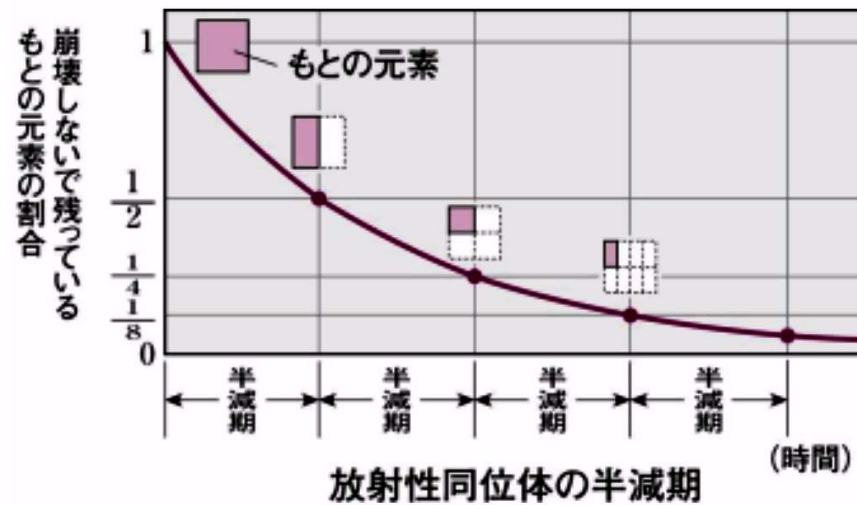
## 炭素14年代測定法とは？

- 炭素12 (中性子6 + 陽子6)
- 炭素14 (中性子8 + 陽子6)



### ✓ 炭素14は不安定

- ✓ 半減期5730年→窒素14



### ✓ 炭素14は、成層圏で生まれる

- ✓ 窒素14が宇宙線と反応して生成
- ✓ 宇宙線の多少により生成する数が変わる

陽子 中性子

宇宙線

窒素や酸素

窒素

炭素14

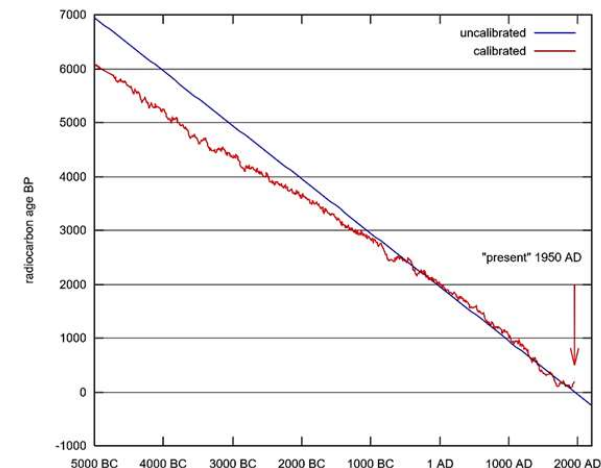
宇宙線が酸素や窒素原子にぶつくと、その核がこわれて中性子が飛び出す。それが窒素の核にあたると、炭素14 ( $^{14}\text{C}$ ) ができる。

$^{14}\text{C}$   $^{12}\text{C}, ^{13}\text{C}$

生き物の体の中に取りこまれた $^{14}\text{C}$ の割合を調べる。

# 年輪年代法と炭素14年代測定法 その関係 ②

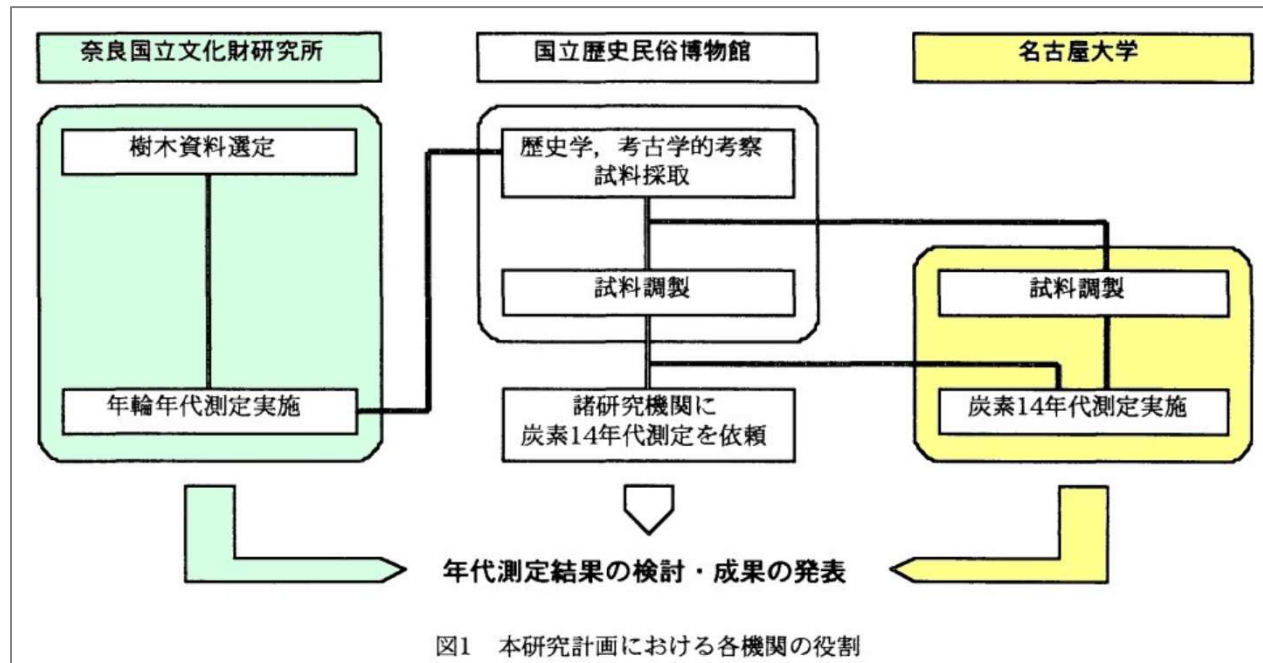
- 宇宙線の多少により生成する炭素14の数が変わる
  - 太陽の黒点活動が活発か否かで、宇宙線の量が変わる。 空气中的炭素14の数が変わる。
    - 炭素12と炭素14の比率は、時期によって変化する
      - 従って、半減期によって生まれる変化量は、時期によって違う
      - 計測結果から単純計算では年数は出ない
      - その時々々の樹木などからデータを取り  
補正する(較正する)曲線を作る必要あり
- 較正曲線の作り方
  - 年齢(樹齢)の判っている木材の年輪の炭素14を計測
    - その結果を曲線グラフにすると較正曲線になる。
  - 欧米では、年輪年代法が確立し、十分なサンプル数があり、そのデータで、から国際較正曲線が作られた。
- 問題点:
  - 空气中に含まれる炭素14の数は、南半球・北半球で違いがあることが判明。
  - 欧米のデータが、世界中で使える訳ではない。
  - 日本は欧米とも違うことが判った。



# ヒノキ・スギなどの年輪年代による炭素14年代の修正に関する研究計画

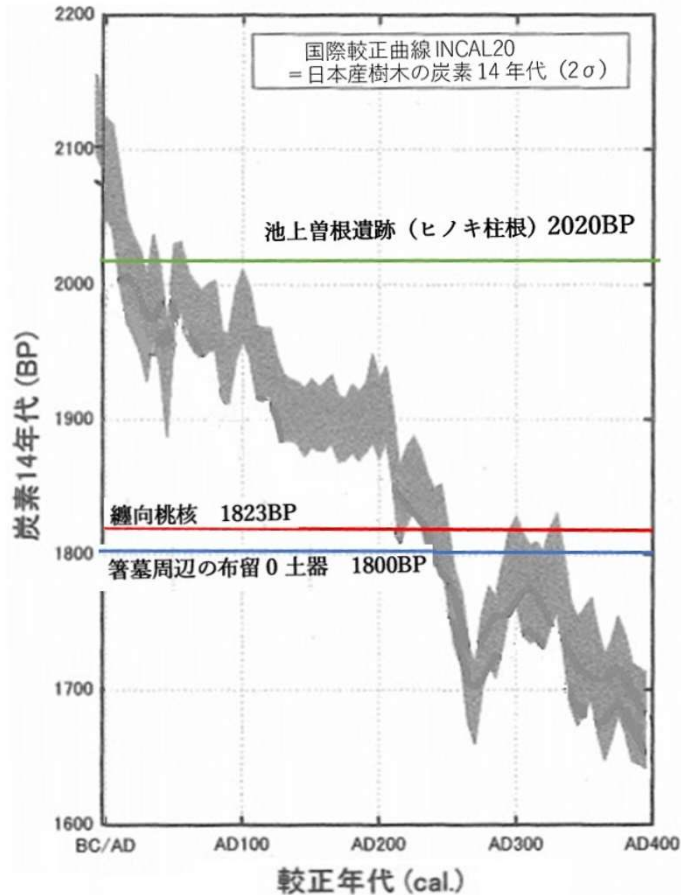
1998年 {KAKEN: 科学研究費助成事業}

- 坂本 稔・今村峯雄 : 国立歴史民俗博物館情報資料研究部 (285千葉県佐倉市城内町117)
- 光谷拓実 : 奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター (630奈良県奈良市二条町2-9-1)
- 中村俊夫 : 名古屋大学年代測定資料研究センター (464101愛知県名古屋市千種区不老町)

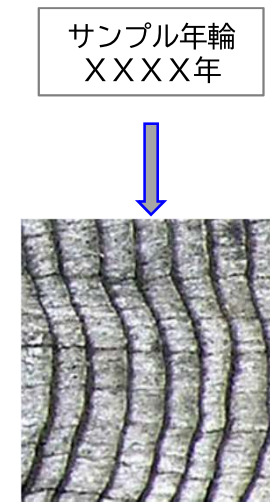


- 年輪年代と炭素14年代との相互補完
  - 一本の原生木ないし伐採年の判明している樹木試料からたどったものではなく,
  - 複数試料の年輪のパターンを重ね合わせて構築されたものである。
  - 統計学的手法を用いているものの,炭素14年代法からもその重複を保證することが
- 複数の年輪層の採取
  - 年輪年代の確定した樹木試料の各年輪層ごとに炭素14年代を適用し,複数の年輪層を一括して扱い,炭素14年代法による測定結果は対象期間の平均値として扱う。
  - <sup>14</sup>Cは,高層大気中の<sup>14</sup>Nが宇宙線の二次中性子に照射されて生じる。宇宙線の強度は11年周期の変動が指摘されており,対応する周期的変動が年輪層ごとの<sup>14</sup>C濃度にも現れる[4]。11年を1単位として年輪層の採取を行うことで,太陽活動の効果を相殺した平均値を得ることを考えている

# 年輪年代法と炭素14年代測定法 その関係 ③

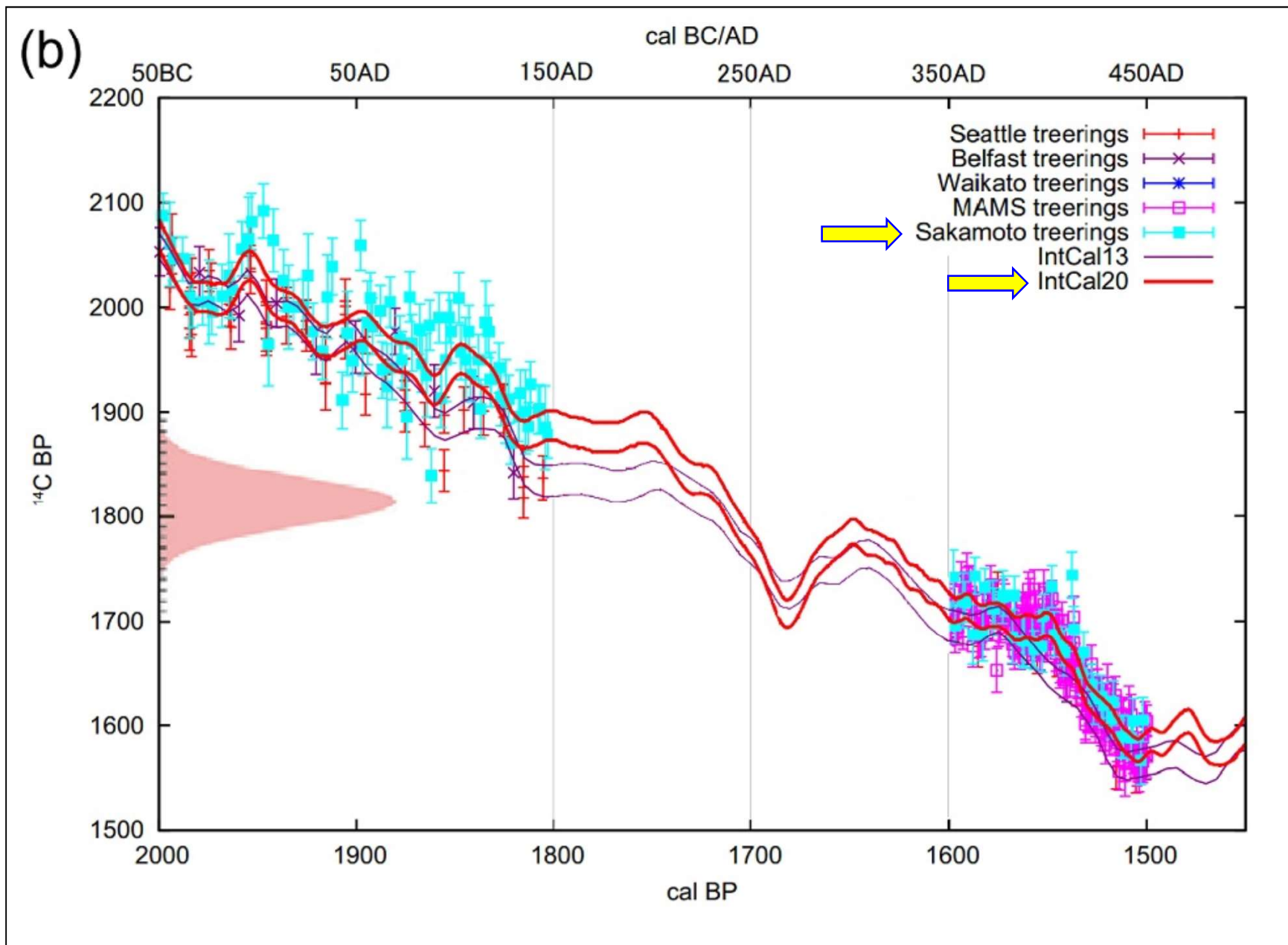


- 奈文研の光谷氏の計測した樹木の年代を「正」として、名古屋大学の設備で、炭素14の計測を行い国立民族学研究所が取りまとめを行い日本向けの較正曲線を作成 → JCAL



- 日本産樹木とその計測値が国際的に認められ、昨年 Intcal20が発表された。
  - 日本での炭素14年代測定に使用されることになる

## どこまでIntcal 20とJcalが信頼できるのか？





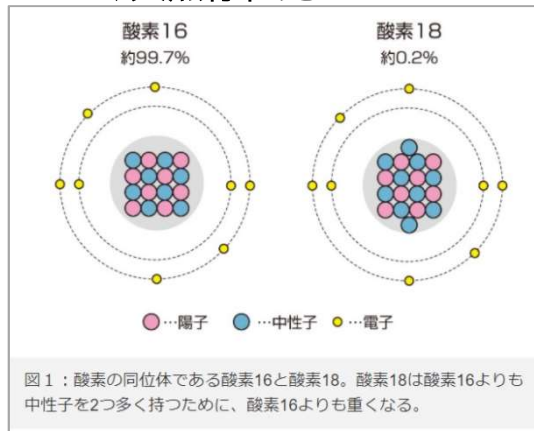
# 酸素同位体比年輪年代法

- 酸素には3種類の安定同位体  $^{16}\text{O}$ ・ $^{17}\text{O}$ ・ $^{18}\text{O}$ が存在する。

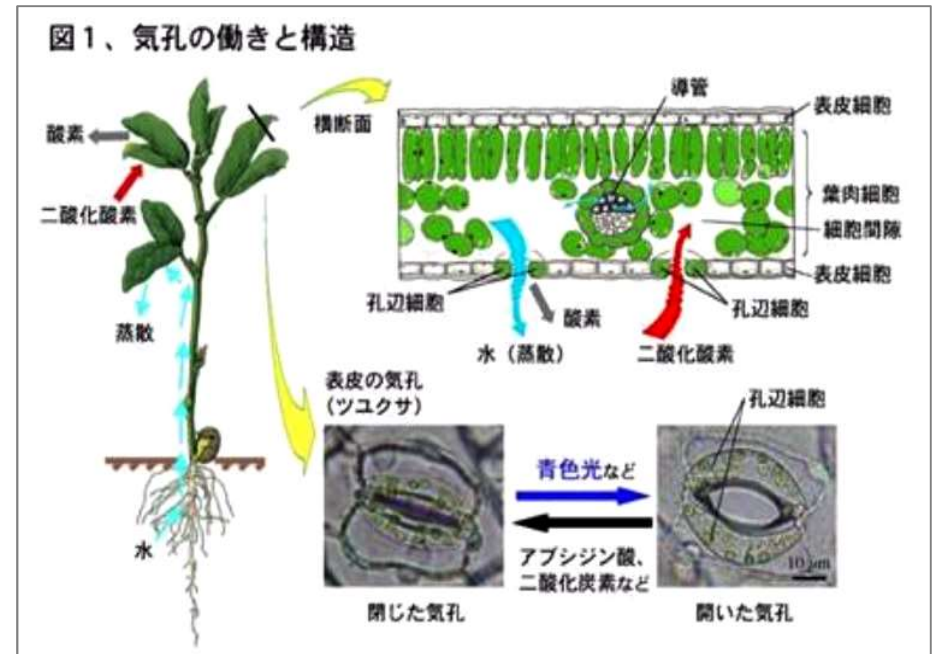
$^{16}\text{O}$ は、天然存在比は99.762 %

$^{17}\text{O}$ は、天然存在比は 0.037 %

$^{18}\text{O}$ は、天然存在比は 0.204 %



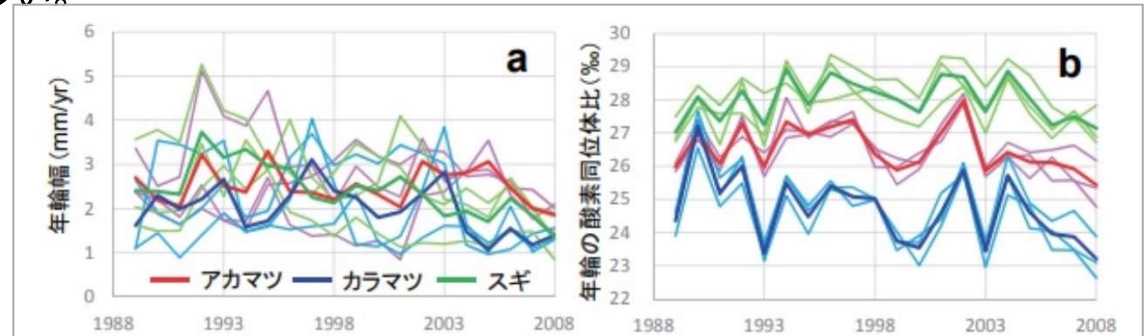
東京大学 大気海洋研究所のHPより



日本植物生理学会のHPより借用

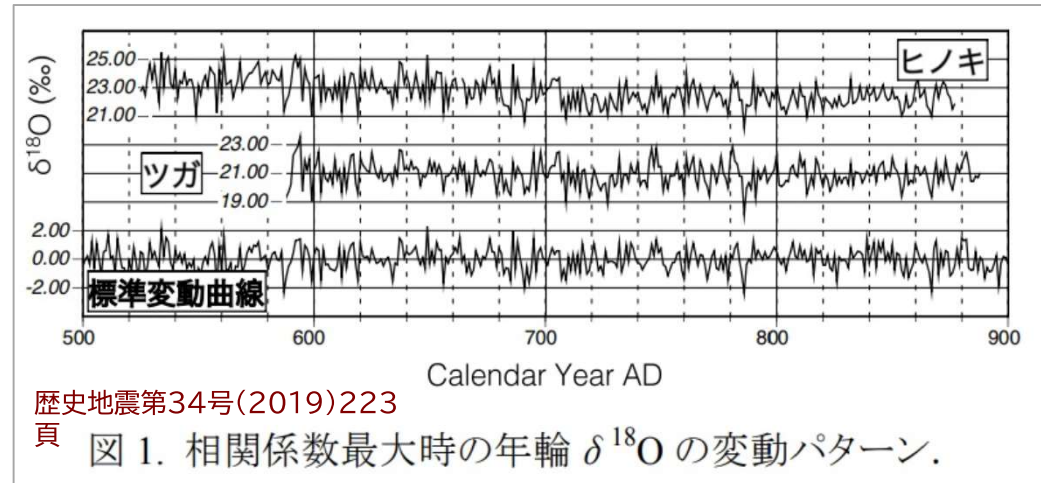
- 重たい水は、蒸発しにくい！
  - 蒸発が多い年度には、炭素 $^{18}$ が多く葉っぱ→枝→幹に残る。
    - 年輪のセルロースに残る。
- 雨が多く、日照の良い年は、炭素 $^{18}$ が多い。
  - 樹木の種類に由る差が少ない。

- 各年の気候の変化で比率が変わる。
  - この変化率をパターン化する。
  - 登録したパターンと比べると、年度が判る。
  - 年輪幅のパターンより安定



## 酸素同位体比年輪年代法－その原理・課題

- 酸素年代法(酸素同位体比年輪年代法)の  
実用化
- 右図のような変動パターンを
  - 紀元前から現代まで
  - 日本各地の
  - 各種の樹木サンプル
 を入手して、年輪毎の酸素同位体比のデータを集積し、パターン・データを蓄積することが必要。



このためには、「樹木年輪サンプル」と「サンプルの絶対年代データ」が必要

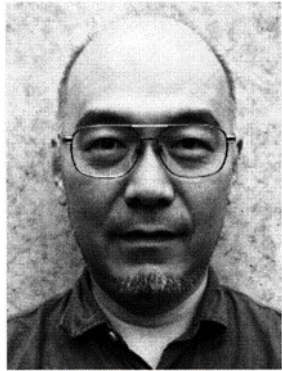
では、サンプルと絶対年代はどうやって集めたのだろうか？

- ✓ 出来上がった年輪酸素同位体比の標準年輪曲線(マスター・クロノロジー)と対象の樹木の年輪毎のデータを比較することにより、酸素年代法は、年代が特定できる。

## 酸素同位体比を用いた新しい木材年輪年代法の高度化に関する研究

- 科研(科学研究費助成事業) 2014-04-01~2017-03-31 合計39,780千円
  - 酸素同位体比を用いた新しい木材年輪年代法の高度化に関する研究
  - 研究代表者 中塚 武 総合地球環境学研究所, 研究部, 教授
  - 研究分担者 木村 勝彦 福島大学, 共生システム理工学類, 教授 (70292448)
  - 研究協力者 光谷 拓実 佐野 雅規 對馬 あかね 許 晨曦 箱崎 真隆 庄健 治朗
- (1)日本全国における過去数千年間に亘るセルロース酸素同位体比クロノロジーの時空間的拡張と高精度化、
- (2)小径木の年代決定を展望したセルロース酸素同位体比の年層内(季節)変動の解析
- 研究成果
  - 1.研究開始当初の背景(1)酸素同位体比年輪年代法の誕生
    - 年輪年代法は、世界中で使われている最も精度の高い木材の年代決定法の一つである
    - 日本でも奈良文化財研究所の光谷氏による1980年代からの先駆的な取り組みの結果、年輪数の多い(概ね百年以上の)ヒノキやスギの木材の年代が過去3千年間に亘って、年輪幅から求められるようになっていく。
    - 日本の遺跡から膨大に出土する広葉樹材には応用できず、第二に、年輪数の少ない竪穴住居の柱や水田・水路の杭・板などの小径木にも応用できないなどの限界もあった。
  - 年輪幅によるマスタークロノロジーの構築のために、これまでに現生木や古建築材、遺跡出土材や埋没木などの多数の木材試料を取得してきた、光谷拓実氏ら年輪年代学の研究者に呼びかけて、[試料の提供と酸素同位体比年輪年代法への参加を募り](#)
  - (1)クロノロジーの拡張と高精度化の達成
- この研究成果レポートでは、年代特定の方法には直接触れていないが、奈文研の光谷氏から試料の提供と酸素同位体法への傘下を募ったとされていることから、年輪年代法で特定された年代が基準になって、マスタークロノロジーが作成されたものと推定する。

## 日本第四紀学会 2021年学術賞 中塚武氏



### ●学術賞

受賞者名：中塚 武 会員（名古屋大学）

受賞件名：樹木年輪の安定同位体比分析を用いた気候変動等の研究

受賞理由：

中塚 武会員は、近世を始め過去 2600 年間の樹木年輪の酸素や水素など安定同位体比分析による環境復元を行い、第四紀学の発展に貢献する研究成果を上げてきた。古環境復元に樹木の年輪を用いる方法はかねてから広く行われていたが、特に北欧や北米など、高緯度の環境では降水や温度変化により、成長が律速されていることが多いため、年輪幅を使って古気候復元がなされてきた。

- 学会賞・学術賞・若手学術賞受賞者報告 <受賞者の言葉> 中塚 武...
- この度は、栄誉ある日本第四紀学会学術賞を授与して頂き、誠にありがとうございます。ご多忙中にも拘らず推薦・選考して頂いた先生 方をはじめ、このような機会を与えて頂いた日本第四紀学会の会員の皆さまに深く感謝いたします。
- 中略
- 樹木年輪の酸素同位体比は、樹種の違いを越えた変動の相同性を示すため、  
従来から日本でも 大きな成果を上げてきた「年輪年代決定」の対象を更に広げる  
(『酸素同位体比年輪年代法』同成 社 2021)  
と共に、  
「気候変動復元」の面でも気候学や地質学などの理系分野に加えて、  
歴史学や 考古学などの文系分野にも大きな影響を与えつつあります  
(『気候変動から読みなおす日本史』(全 6巻)臨川書店 2020-21)。  
その成果は、多分野を総合した学会である日本第四紀学会の今後の発展にも大きく寄与していけるものと確信しています。
- 後略

## 2) 地中梁の年輪年代測定

布掘建物3の掘形で出土した地中梁(No.1870・1871)から厚さ約20mmの輪切り資料を3点得た。うち1点は年輪数171を数え、材はスギの芯去・心材型である。これを奈良文化財研究所が計測した結果、最外年輪の年代は西暦66年と判定された。心材型であるため、西暦66年は伐採年代の上限として捉えられる。輪切り資料のうち2点は総合地球環境学研究所にも送付し、酸素同位体比年輪年代測定を依頼した。測定の結果は、No.1870(103年輪)が西暦15年、No.1871(137年輪)が西暦56年であった。3つの年代はいずれも弥生時代後期にあたり、年輪数の多寡を踏まえれば、奈文研と地球研の測定値はほぼ一致をみたと言える。

紀元1世紀代という年輪年代の測定結果は土器の編年によって推定された古墳時代前期という年代観とあまりにもかけ離れている。

- 地中梁の年輪年代測定

地中梁の資料を3点得た。

1点は奈良文化財研究所へ

西暦66年と判定。

2点は総合地球環境学研究所へ

酸素同位体比年輪年代測定

測定結果は、西暦15年、西暦56年

奈文研と地球研の測定値はほぼ一致



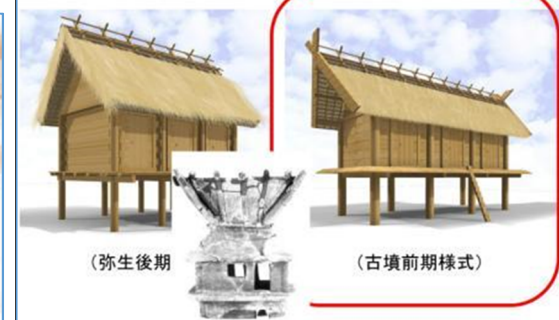
紀元1世紀代という年輪年代の測定結果は、土器の編年によって推定された古墳時代前期という年代観とあまりにもかけ離れている。

- 酸素同位体比クロノロジーは、年輪年代法の年代に基づいて作成されているものとこの事例から判断される。



## 4. 上屋構造の復元考察—建物3(4区)

青谷上寺地から長潮高浜へ至る過渡的形式?



## 2. 布掘建物の遺構分析と基礎の復元

建物4(4区)

布掘(150溝) = 長さ7m × 幅1.6m。遺構検出面からの深さ16cm。  
地中梁(No1872) = 長さ6.52m × 幅10.5cm × 文10cm。地中梁の左側には側柱4本右側に束柱2本の抜き取り穴を残す。挟れ部分の幅19cmを測る。

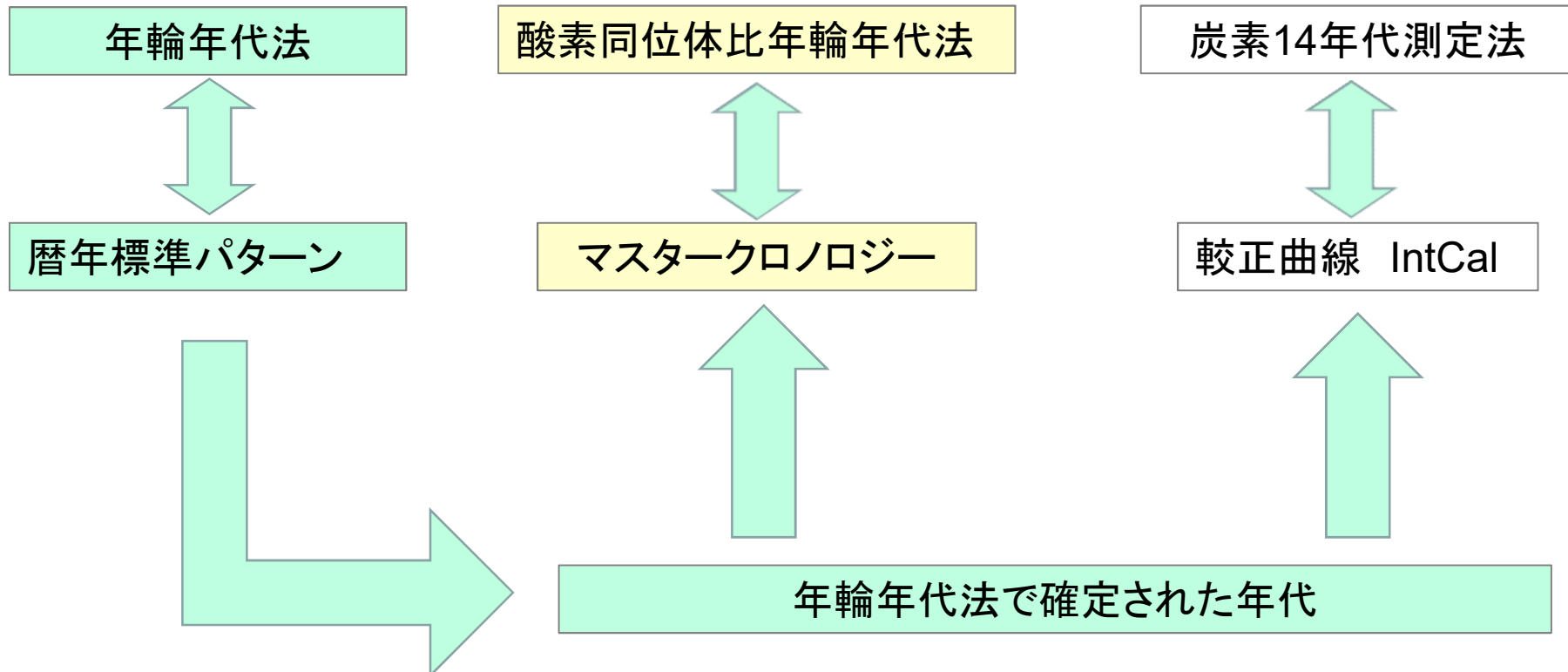


桁行3間(5.6m) × 梁間1間(3.3m以上)



## 科学的年代測定法の相互関係

- 科学的年代測定法の代表的な3つの手法は、基本部分は純粋に科学の手法ではあるが、それだけでは、自然現象相手では機能せず、暦年標準パターン、マスタークロノロジー、較正曲線 と称する対比表・グラフによって、実際の年代を測定を行っている。
- この暦年標準パターン、マスタークロノロジー、較正曲線 の全てが、奈文研の特定個人又はその部門が行った年代測定の結果を、基本の「ものさし」:原器として作成されている。
- この基本の「ものさし」が狂っていた場合は、3種類の科学的測定法の結果は、同じような結果を出し、同じように間違えることになる。



## 年輪年代法の影響

- 年輪年代法で、640年以前が100年遡ると、
  - 畿内の古墳の年代が100年遡る
    - 箸墓古墳の年代が、卑弥呼の時代に重なる
    - 邪馬台国近畿説が有利になる
- 年輪年代法は、紀元元年近辺になると
  - 更に100年、合計200年程遡るとの結果を示している
    - その結果、従来の土器編年や青銅器などからの年代とは200年異なる。
      - 歴史年代が、中国の歴史書とその時期に製作された青銅器等と合わなくなった。
      - 歴史研究が、混乱してきた。
        - 歴史資料館などの表示や説明図が、おかしい図になって来た。
- 「年輪年代法の疑惑」が解消されない事態は、歴史研究の妨げになっている。
  - 科学を取り扱うことに不慣れな人達が、非科学的な方法で研究・発表していることが問題。
    - 科学には不可欠の相互批判、他者による追試確認の体制がととのっていない。
  - 本来、科学的年代測定法は、本来、歴史研究に有用で、決め手になる手法。
    - 疑惑の解消が望まれる。