

NPO法人放射線教育フォーラム, 2021年度第2回勉強会

放射性炭素で古文書を読む

伝世尊寺経朝筆
玉津切

名古屋大学 ISEE 年代測定研究部
小田寛貴

放射性炭素(^{14}C)年代測定法

^{14}C 年代測定の結果

1262年～1277年



13世紀半ば

鎌倉中期

放射性炭素で古文書を読む

名古屋大学 ISEE 年代測定研究部
小田寛貴

1. ^{14}C 年代測定法の概略

1-1. ^{14}C 年代測定法の原理

1-2. ^{14}C 年代測定の実験手順

2. 古文書・古筆切の ^{14}C 年代測定

2-1. 年代既知の古文書の ^{14}C 年代測定

2-2. 年代未知の古筆切の ^{14}C 年代測定

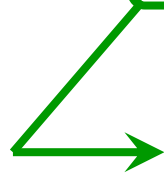
1-1. ¹⁴C年代測定法の原理

木・炭・紙・おこげ・骨・貝など … 動植物の遺骸



複数の原子で構成

炭素C, 水素H, 酸素O, 窒素N, リンP, 硫黄S, …



¹²C : 98.90%
¹³C : 1.10%
¹⁴C : 極々微量だが, 古さによって含有量が異なる

0年前のもの…	$1.2 \times 10^{-10} \%$
1000年前のもの…	$1.1 \times 10^{-10} \%$
5000年前のもの…	$0.7 \times 10^{-10} \%$
10000年前のもの…	$0.4 \times 10^{-10} \%$
20000年前のもの…	$0.1 \times 10^{-10} \%$

木・炭・紙などに含まれる
¹⁴Cの量を測定することで
その資料の
年代が求められる

¹⁴C年代測定法

^{14}C : 極々微量だが、古さによって含有量が異なる

炭素 C

^{12}C : 98.90%

^{13}C : 1.10%

^{14}C : $1.2 \times 10^{-10} \%$

: 不変

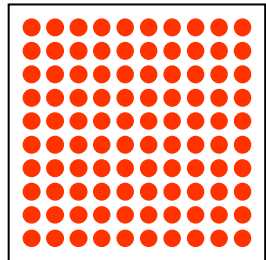
: 不変

: 時間とともに減少

… 安定同位体

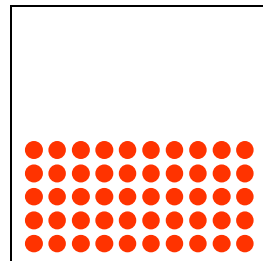
… 放射性同位体

放射壊変



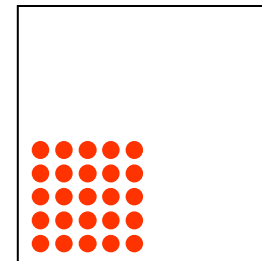
(1000個)

$\xrightarrow[5730\text{年}]{1/2}$



(500個)

$\xrightarrow[5730\text{年}]{1/2}$

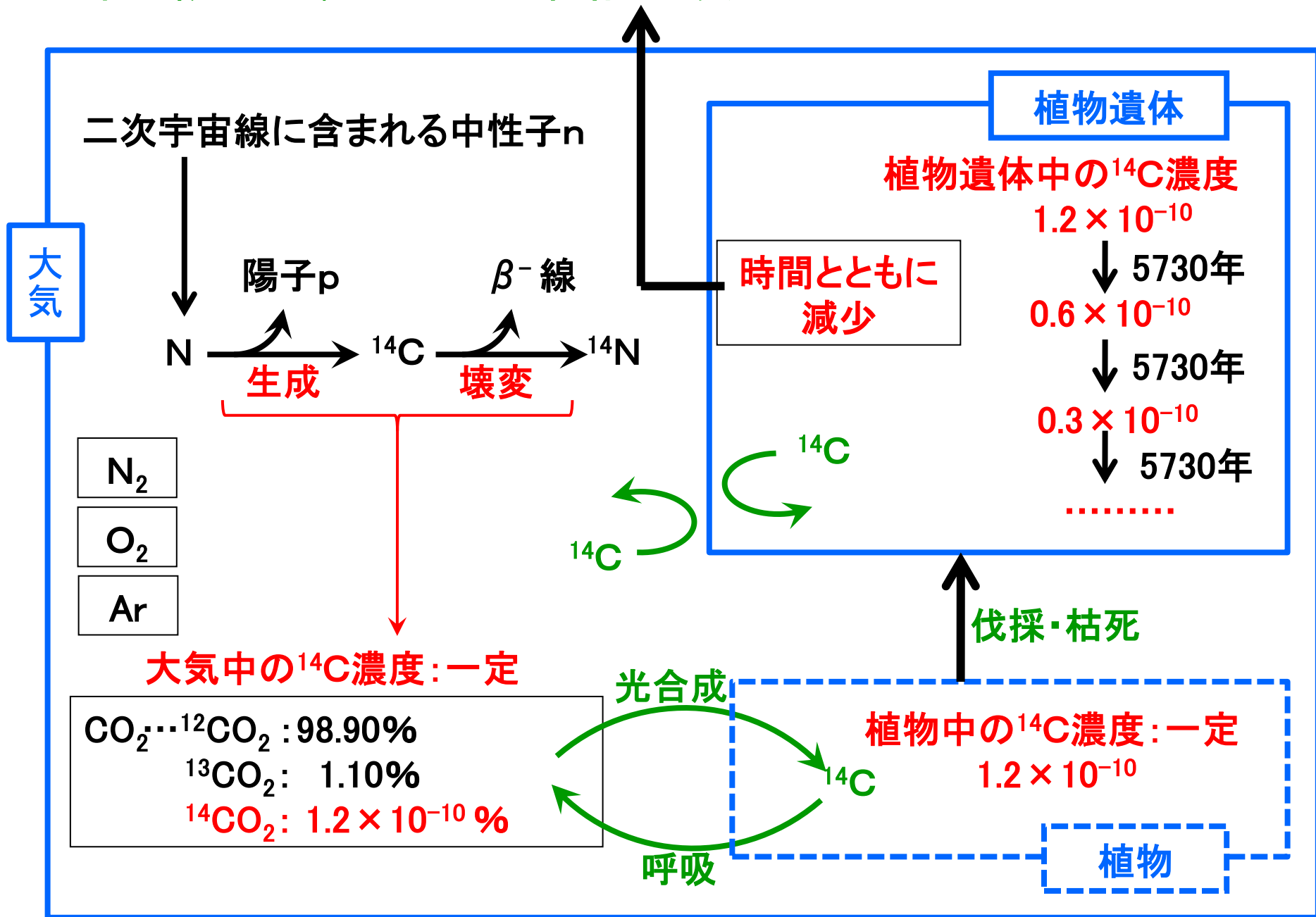


(250個)

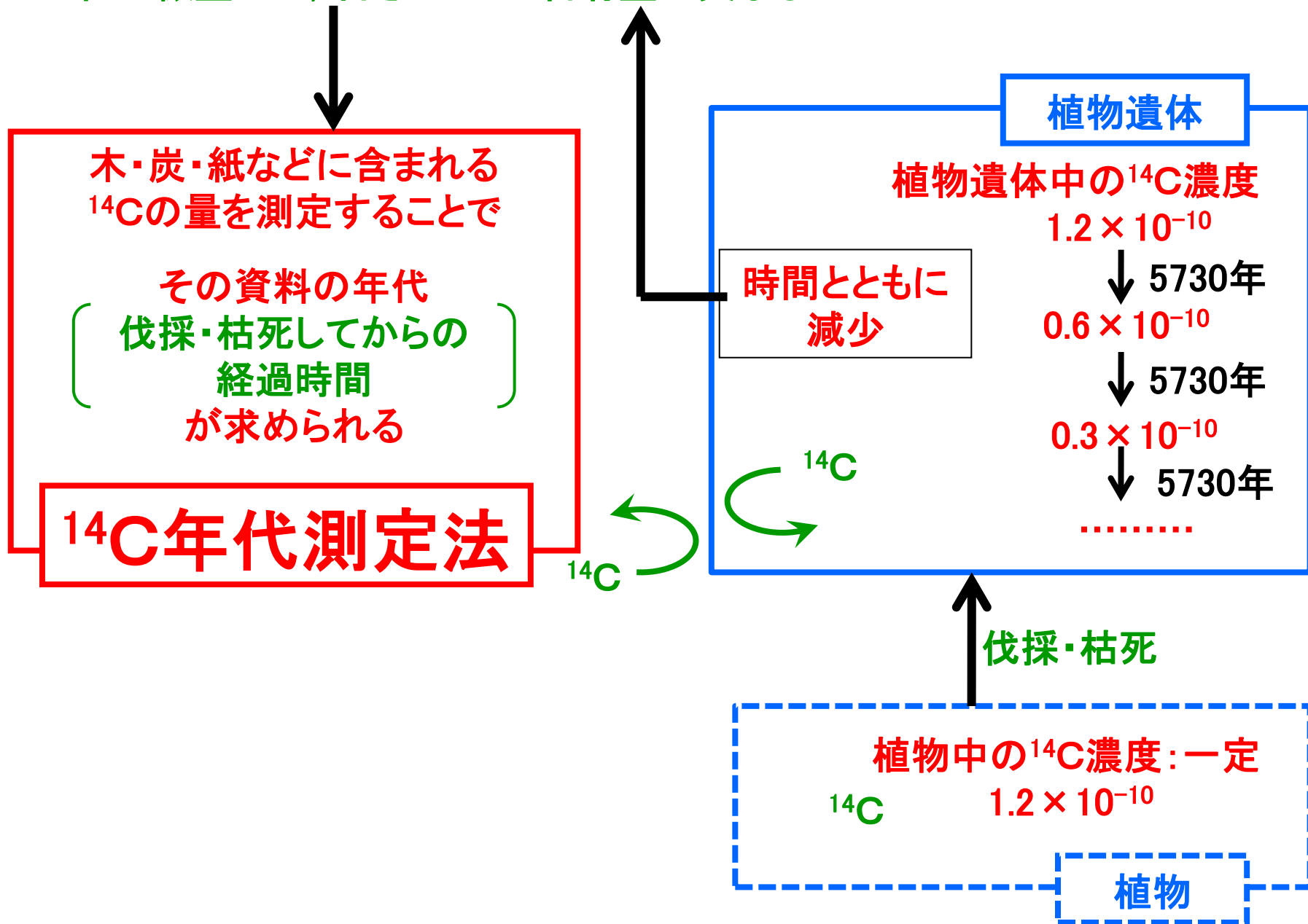
$\rightarrow \dots$

^{14}C の半減期

¹⁴C: 極々微量だが、古さによって含有量が異なる



^{14}C : 極々微量だが、古さによって含有量が異なる



1-2. ^{14}C 年代測定の実験手順

1. 化学処理…和紙から炭素を抽出

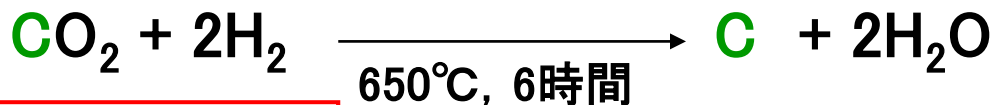
和紙 … 10~50mg

- ・超音波洗浄…表面の不純物除去
- ・HCl, NaOH, NaClO_2 による漂白

α -セルロース $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$



二酸化炭素 CO_2



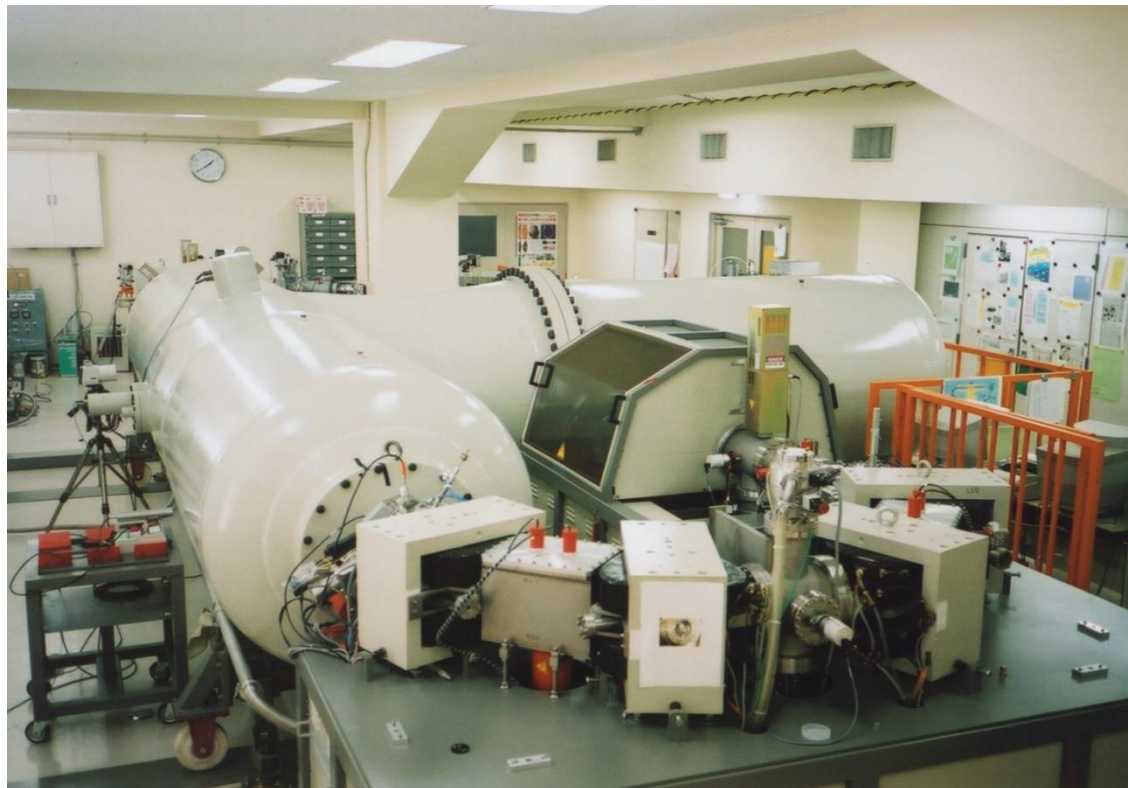
グラファイト C

和紙をきれいにして、
それを原料に鉛筆の芯を合成する

1-2. ^{14}C 年代測定の実験手順

1. 化学処理…和紙から炭素を抽出

2. 測定…加速器質量分析計 (AMS)
(Accelerator Mass Spectrometry)



1-2. ^{14}C 年代測定の実験手順

1. 化学処理…和紙から炭素を抽出

2. 測定…加速器質量分析計(AMS)

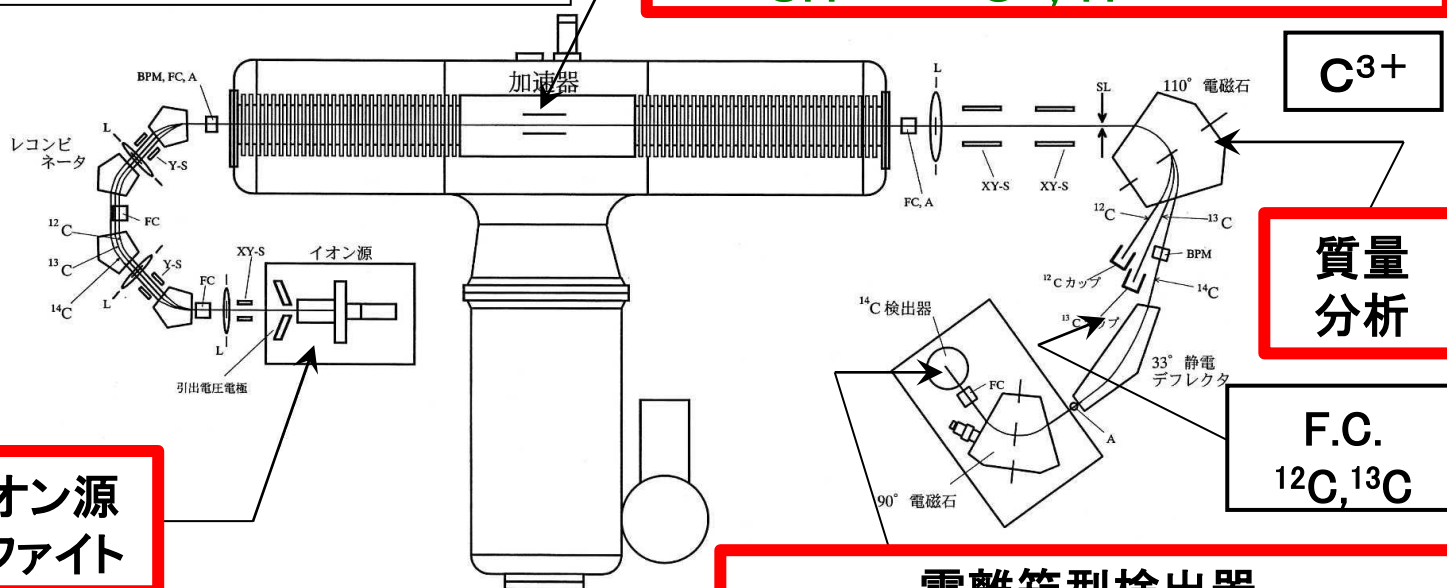
^{12}C : 98.90%
 ^{13}C : 1.10%
 ^{14}C : 1.2×10^{-10} %

^{14}N , ^{13}CH の
妨害

タンデム型加速器: 加速電圧 +2.5MV

Ar: $\text{C}^- \rightarrow \text{C}^+, \text{C}^{2+}, \text{C}^{3+}, \dots$

$^{13}\text{CH}^- \rightarrow ^{13}\text{C}^+, \text{H}^+$



負イオン源
グラファイト

C^- (N^- 生成抑制 ← 電子親和力: 負)

C^{3+}

質量
分析

F.C.
 ^{12}C , ^{13}C

電離箱型検出器

^{14}C , ^{14}N の識別: エネルギー損失

1-2. ^{14}C 年代測定の実験手順

1. 化学処理…和紙から炭素を抽出

2. 測定…加速器質量分析計 (AMS)

3. 解析

1201年前
1255年前
1162年前
1285年前
1301年前
1102年前
1254年前
1114年前
.....



測定結果
1202 ± 25年前
AD784年 ~ AD834年

較正曲線

^{14}C 年代 [BP]
(Before Present)
(現在(1950年)から何年前)

0[BP]...AD1950
1000[BP]...AD 950

^{14}C 年代測定法が
開発された1949年当時

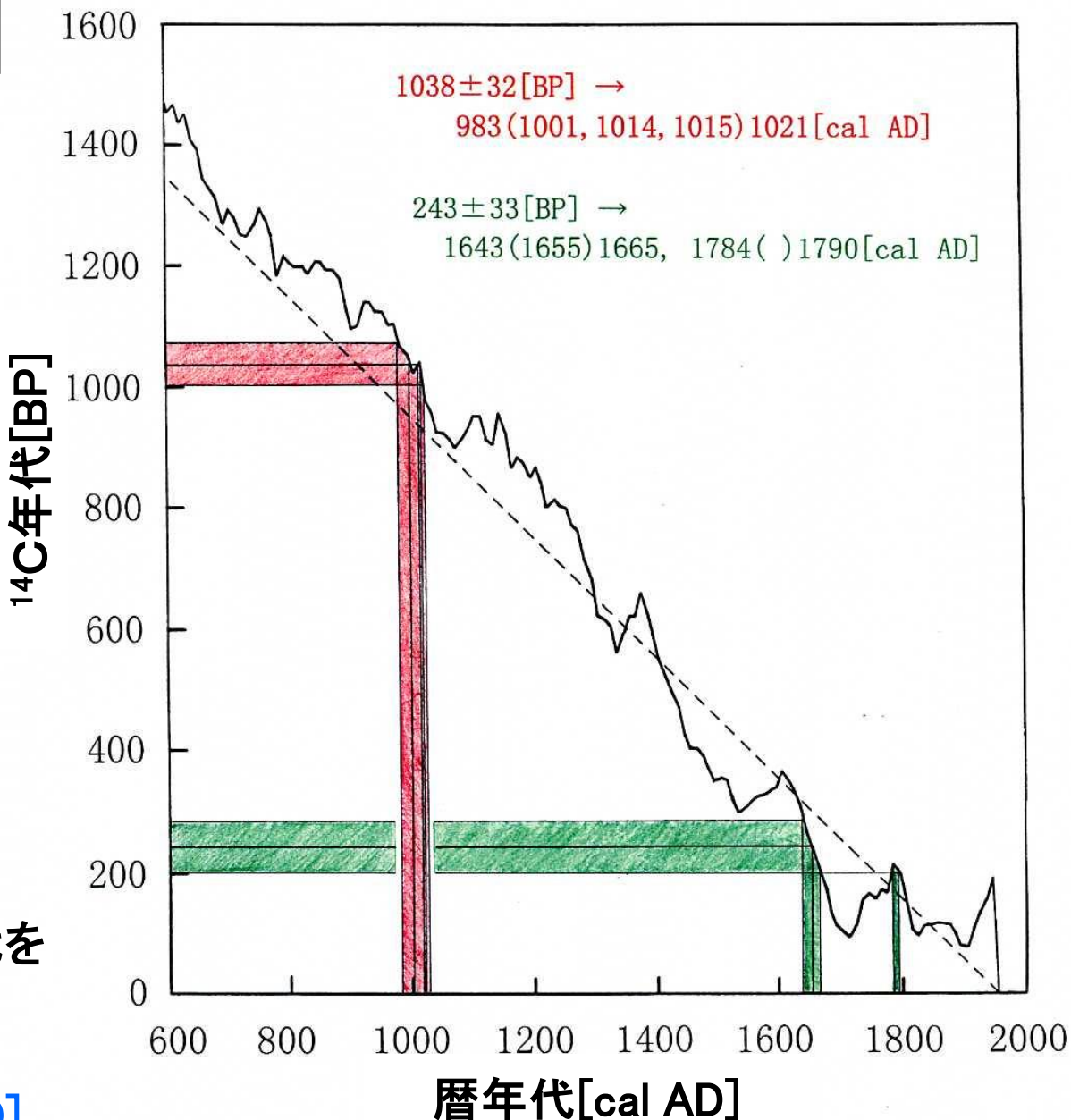
樹木年輪の ^{14}C 年代測定

↓
 ^{14}C 年代と暦年代にズレ

^{14}C 年代という自然科学的的年代を
較正した(calibrated) 暦年代



通常の暦年代と区別:[cal AD]



放射性炭素で古文書を読む

名古屋大学 ISEE 年代測定研究部
小田寛貴

1. ^{14}C 年代測定法の概略

1-1. ^{14}C 年代測定法の原理

1-2. ^{14}C 年代測定の実験手順

2. 古文書・古筆切の ^{14}C 年代測定

2-1. 年代既知の古文書の ^{14}C 年代測定

2-2. 年代未知の古筆切の ^{14}C 年代測定

2-1. 年代既知の古文書の¹⁴C年代測定

1993年当時

<¹⁴C年代測定法>

- ・遺跡の炭など考古学資料が対象
- ・縄文時代・弥生時代が対象
- ・誤差が大きい・実際の暦年代と異なる
- ・β線計数法: 試料は数グラム必要

古文書の¹⁴C年代測定
なんて可能なの?

<古文書>

- ・歴史学(文献史学)の資料
- ・奈良時代以降が対象
- ・小さい誤差が要求される
- ・10cm × 10cmで0.1グラム

¹⁴C年代など信用できない

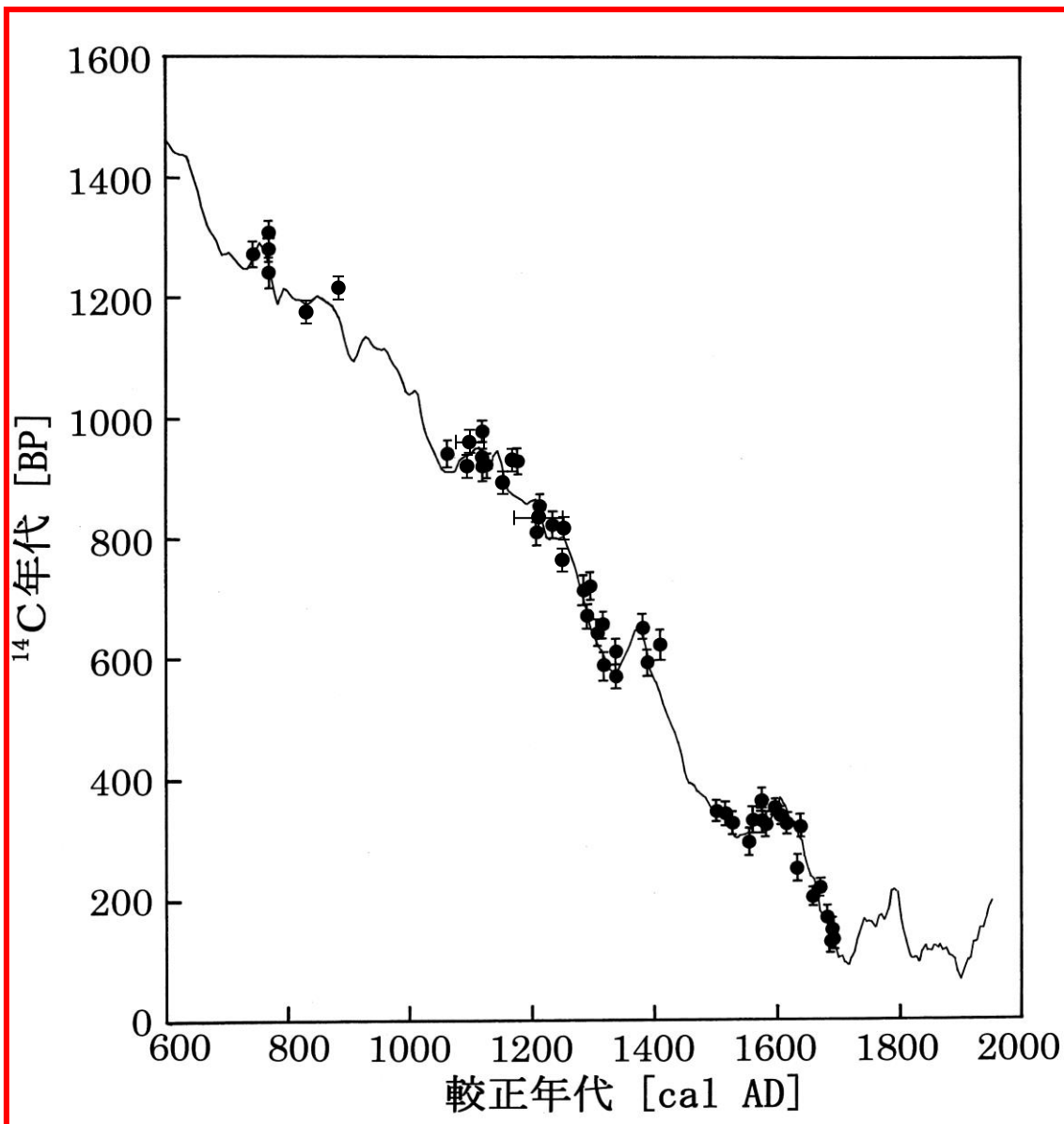
¹⁴C年代など信用しない

古文書等,
歴史時代資料に対する
¹⁴C年代測定の可能性

90年代半ば, AMSによる
¹⁴C年代測定法の進歩

1. グラファイト法の確立
→ 試料は1mg
2. 加速器の進歩
→ 誤差が±20年
3. 暦年代への較正法が充実

2-1. 年代既知の古文書の ^{14}C 年代測定



^{14}C 年代測定法による
古文書等の
書写年代判定が可能

NPO法人放射線教育フォーラム, 2021年度第2回勉強会

放射性炭素で古文書を読む

名古屋大学 ISEE 年代測定研究部
小田寛貴

2. 古文書・古筆切の ^{14}C 年代測定

2-1. 年代既知の古文書の ^{14}C 年代測定

2-2. 年代未知の古筆切の ^{14}C 年代測定

古筆切とは

能筆の流麗な書
物語・歌集の古写本の断簡

(江戸) 古筆の収集
古筆手鑑

(安土・桃山) 茶道が流行 → 掛軸

古写本の解体

後世の偽物が多い
→ 写しも多い

平安・鎌倉期の古写本
完本は極めて稀

古筆切に¹⁴Cを適用

今昔物語集「鈴鹿本」
平安末-鎌倉初 → 国宝

古筆切
史料的価値は極めて高い
が、書写年代不明では潜在的なものに過ぎない

数行の書…書風・字形等だけの断定が困難

A. 伝藤原定家筆古今集抜書切

AD1162~1241 ... 鎌倉期の歌人・能書家

書風 ... 「定家流」

ツレ(写本の他の頁) ... 定家真筆

[け(遣)], [れ(連)]が, 定家らしくない

定家の若い頃の筆跡

(若書き) ... 1200年頃

^{14}C 年代測定 240 ± 46 [BP]

1640 ~ 1797 [cal AD]

藤原定家・西行・紀貫之
歌道上神格化・偽物が多い

↓
 ^{14}C により偽物の排除

江戸時代の写し・偽物

B. 伝中臣鎌足筆妙法蓮華經

大職冠鎌足 皆於身 牛庵	筆者 書出し 印
--------------------	----------------

現代の書跡史学
・高麗～李氏朝鮮初期
・書風:10世紀～15世紀初

||

¹⁴C年代:1308～1395[cal AD]

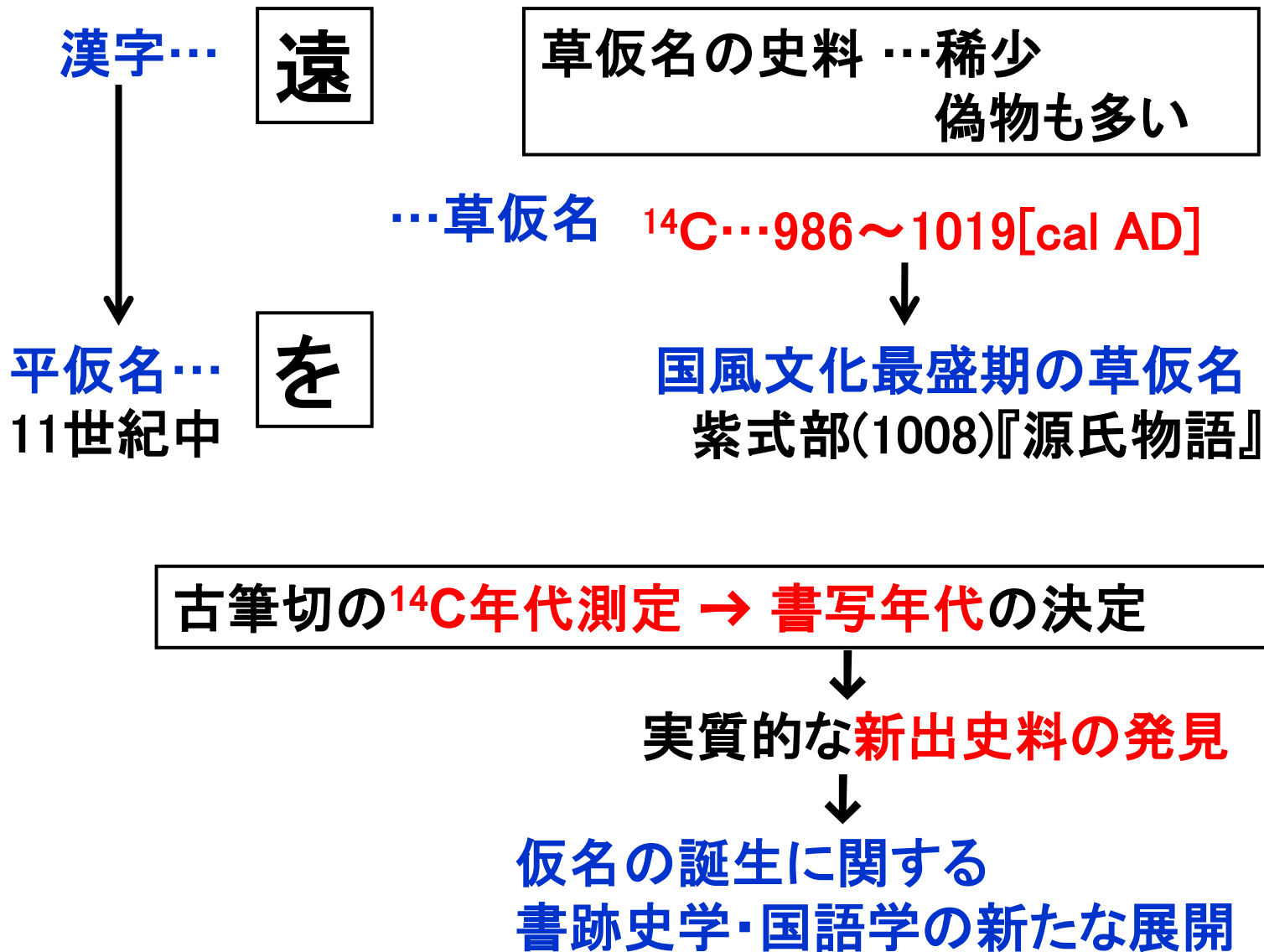
||

極札…古筆切の鑑定書
by 畠山牛庵(?～1655)

伝承筆者:7世紀中
中臣鎌足(614-669)

乙巳の変(645), 大化の改新(646～)

C. 草仮名交じり未詳歌切



D. 伝円珍筆三井寺切と紙背『文選注』断簡

多くのツレがある

MOA美術館蔵「翰墨城」
出光美術館蔵「見怒世友」
徳川黎明会蔵「蓬左」
白鶴美術館蔵手鑑
三井文庫蔵「高松帖」
飯島春敬氏蔵「古筆大手鑑」
個人蔵・市場にも

筆者：円珍
(814-891)
年代：平安前期

書体：草書

内容：仏書

筆者：不明
年代：不明

書体：楷書

内容：『文選注』

昭明太子(501-531)編纂
周以来の詩賦

『文選』

平安貴族の必読書



現存古写本

少ない

平安・鎌倉の残欠本

『江談抄』

奈良時代, 吉備真備が
『文選』・困碁・『野馬台詩』を日本へ
『枕草子』(平安時代)
「春はあけほの…」
「ふみは文集文選史記五帝本記願文はかせの申文」

D. 伝円珍筆三井寺切と紙背『文選注』断簡

日本に伝世する
最古級の『文選注』
断簡

多くのツレがある

写本復元の可能性

唐代or奈良時代

7世紀後半～8世紀
687-773calAD(1σ)

¹⁴C年代測定 1281±23BP

書風・字形

世説新書卷六・
王勃集などの
唐抄本と共通

D. 伝円珍筆三井寺切と紙背『文選注』断簡

日本に伝世する
最古級の『文選注』
写本復元の可能性

書写



誤字・脱字・衍字・改竄・錯簡



原本の本文から離れてゆく

書写過程において
散逸してしまった文字

古典文学の本文整定

より古い, より原本に近い写本



古筆切が高い史料価値を有する

社預左氏傳注曰寔實也(十文字)

現在の『文選注』にない
四十五文字

漢書曰上左右大臣皆山東人多勸上都雒陽張良
日雒陽非用武之國上即日西都関中(三十五文字)

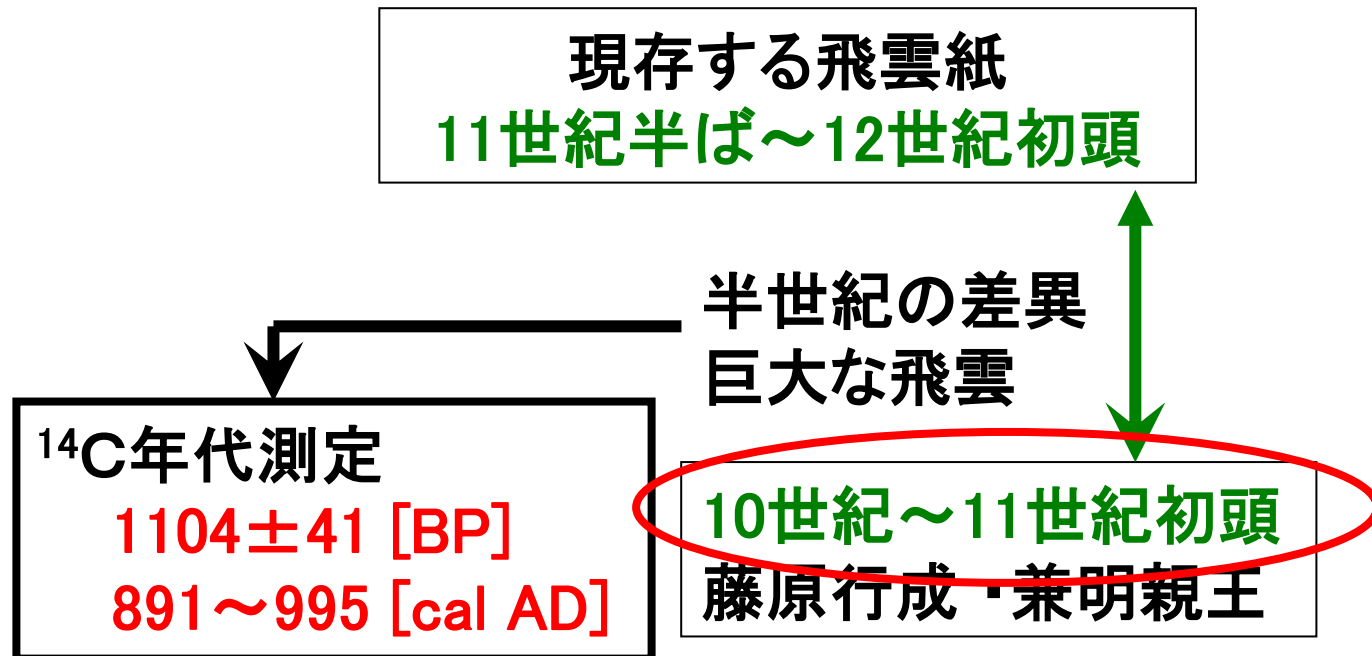
E. 伝藤原行成筆佚名本朝佳句切

AD971-1027

三蹟(世尊寺流の三筆) or 兼明親王(914-987)

飛雲紙

空に雲が漂うかのように藍色と茜色で染めた
繊維を配した装飾料紙



まとめ

**^{14}C 年代測定法による
古文書の書写年代判定が可能**

1. 書写年代既知の古文書等の ^{14}C 年代測定

2. 古筆切の ^{14}C 年代測定

I. 極札によらない書写年代判定

・定家の若書き

・『文選』

・偽物・写しの排除

・貴重な史料の発掘

II. 潜在的な史料価値の明確化

III. 実質的な新出史料の発見

・飛雲紙の変遷

・仮名の成立

・金属利用, 価値観の変遷

IV. 新たな歴史学研究