

東京大学史料編纂所  
前近代日本史情報国際センター・画像史料解析センター共同研究会  
2020年10月12日(月)

# 史料紙研究の最新手法と成果

渋谷 紗子

(前近代日本史情報国際センター)

Ayako Shibutani: New Approach to Japanese Historical Materials  
and the Current Results

<[https://github.com/ashibuta/HI-CDPS\\_MTG20201012.git](https://github.com/ashibuta/HI-CDPS_MTG20201012.git)>で  
スライド資料を公開しています



しぶ たに あや こ  
渋谷 紗子

### 出身地

- 千葉県生まれ
- 大阪府(河内)育ち

### 学歴

- 関西大学文学部(学士)
- 関西大学大学院(文学修士)
- 英国University of Bradford(MSc.)
- 総合研究大学院大学(博士(文学), 2010.3)



### 研究テーマ

- 料紙の自然科学的研究
- 先史時代人の植物食文化と健康状態の復元

### 専門分野

- 考古科学
- 文化財科学

### 職歴(概略)

- 関西大学第一高等学校非常勤講師
- 広島大学総合博物館学芸職員
- 国立歴史民俗博物館特任助教
- 東京大学総合研究博物館特任研究員
- 東京大学史料編纂所特任助教

# 今日のお話



考古学・植物学的方法を応用した料紙研究  
—なにを？どうやって？



2018・2019年度研究の概要  
—松尾大社社蔵史料と陽明文庫所蔵史料



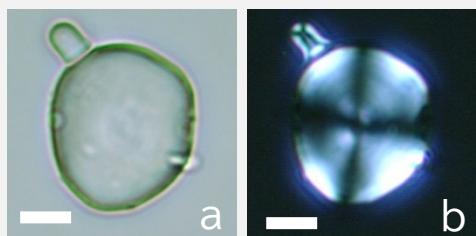
料紙研究のオープンサイエンス  
—データの可視化・共有化から国際標準化へ

# 私は残存デンプン粒分析の専門家です

遺跡の土や遺物の表面からデンプン粒を見つけ、過去の植生や人間の植物利用を復元する分析

- ・ 海外は40年以上の研究蓄積
- ・ 2004年に日本考古学へ導入し、実践している日本唯二の1人

石器



同定不明 &  
ウバユリ属

付着物は環境を探る手がかり  
「植物を加工した」

人骨の歯石

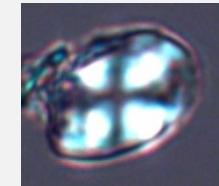


中国の遺跡(約7500~4000年前)から出土した人骨の歯

穀物や堅果類を食べた

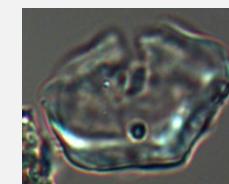


イネ属

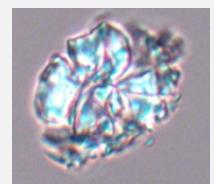


コナラ属

加熱調理した植物を食べた



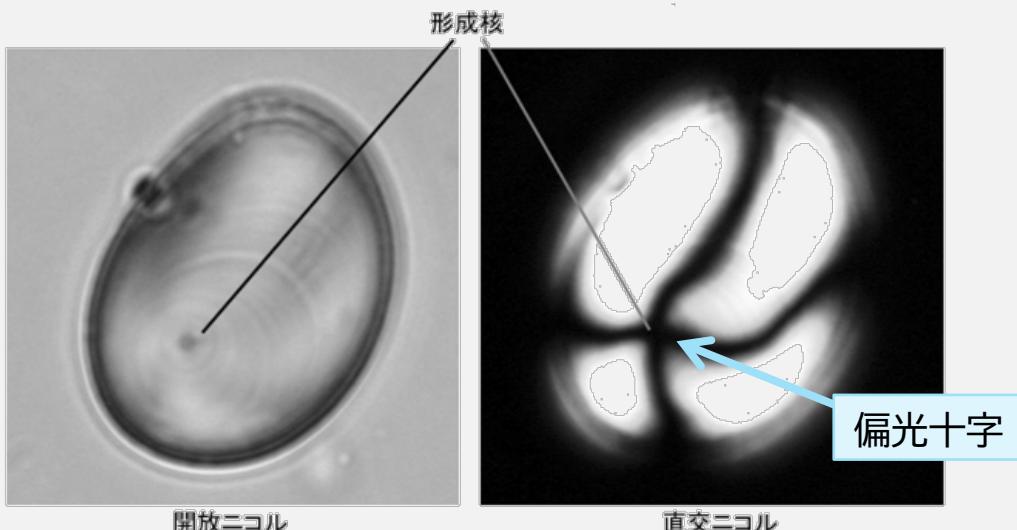
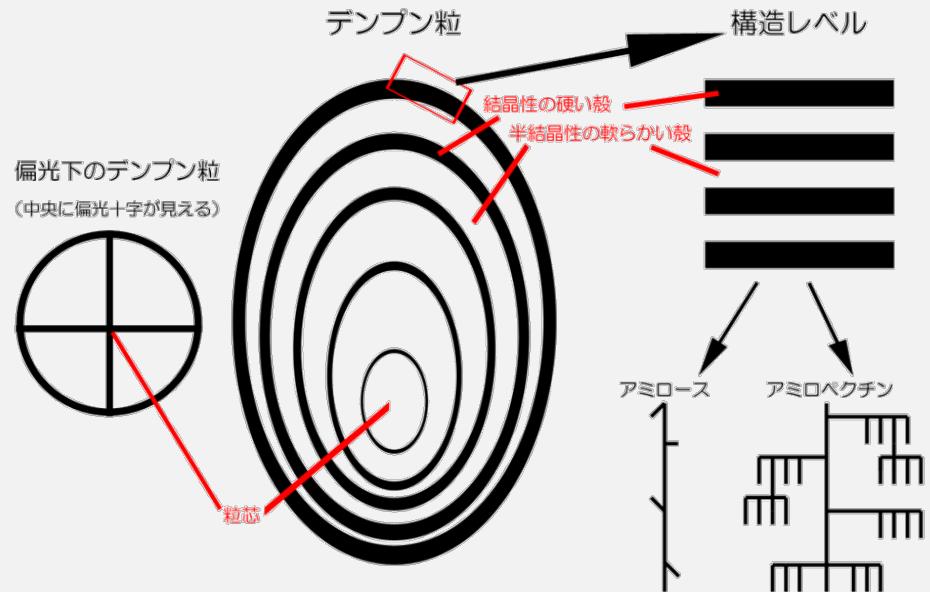
膨張



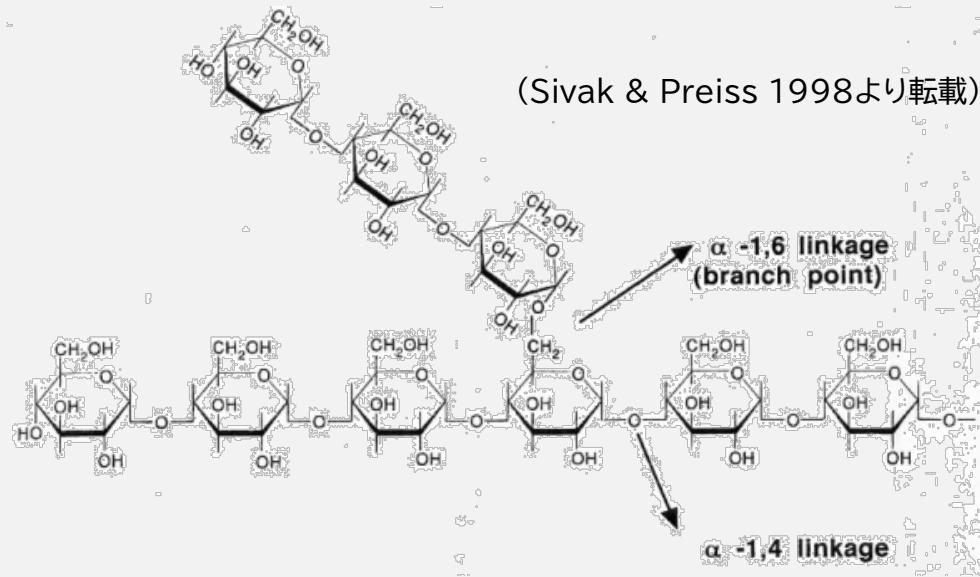
破碎

古代人の歯石はタイムカプセル  
「植物を食べていた」

# デンプン粒の特徴



\*開放／直交ニコルは顕微鏡による撮影方法



- 高等植物の種子や果実、茎(幹)、葉、根などに貯蔵
- 植物のエネルギー源、安定した化学構造をもつ
- 植物種によって形態がちがう
- 品種による形態の差異はない
- 最小は約 $1\mu\text{m}$ ( $1/1000\text{mm}$ )
- どのような環境でも何千年もの間残る(考古学で利用)

# 種(species)とは

生物の分類体系



理科のヨウ素反応実験で使われるジャガイモは



界:植物界 Plantae  
被子植物 Angiosperms  
真正双子葉類 Eudicots  
キク類 Asterids  
目:ナス目 Solanales  
科:ナス科 Solanaceae  
属:ナス属 Solanum  
種:ジャガイモ *Solanum tuberosum* L.

植物の種によってちがう = 最小の分類レベルでちがう

\* 品種は種のバリエーションです

# 昨年は「カラダ拡大」ドリンク流行

タピオカミルクティー



タピオカパール



タピオカスター

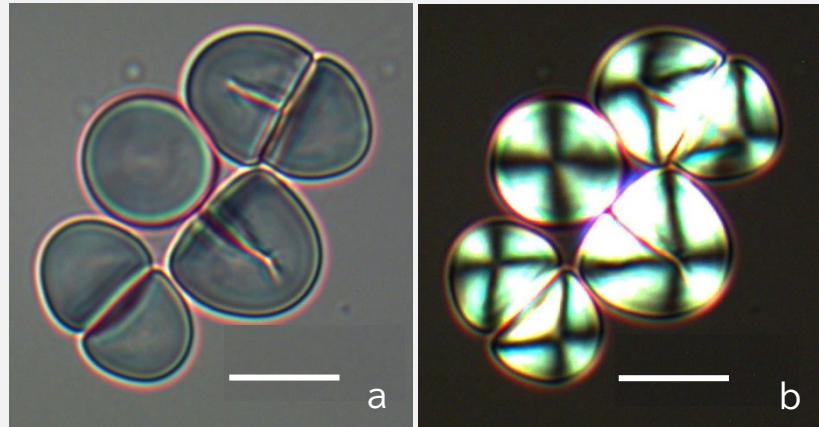


素材の植物はキヤッサバ *Manihot esculenta*



(2011年12月14日那覇市で撮影)

塊茎のデンプン粒



スケールは $10\text{ }\mu\text{m}$ ;  $\times 400$ ; a:開放ニコル, b:直交ニコル

牛乳 + デンプン = お腹いっぱい

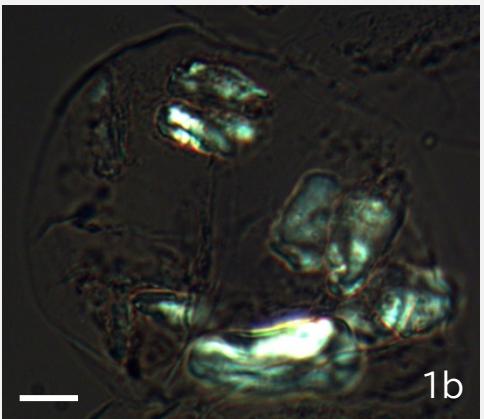
# 今年も「カラダ拡大」ドリンク流行？

バナナジュース



牛乳 + デンプン  
= お腹いっぱい

バナナ外果皮



でか文字スコープ

目に優しくて使いやすい拡大鏡

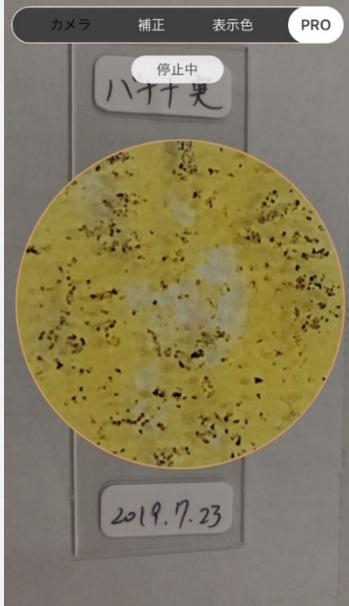
Go Yoshida

『仕事効率化』内165位

★★★★★ 3.5, 49件の評価

無料。App内課金があります

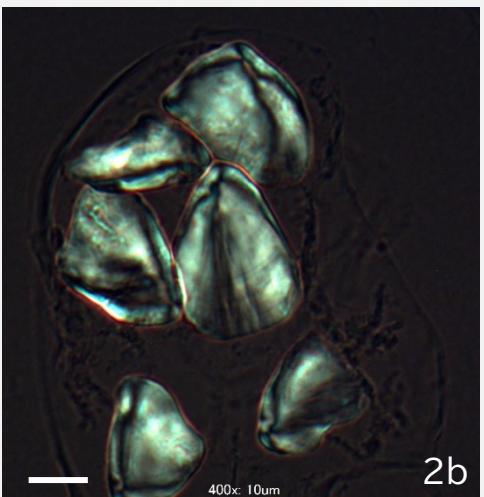
イソジンうが  
い薬で染色



肉眼

10倍

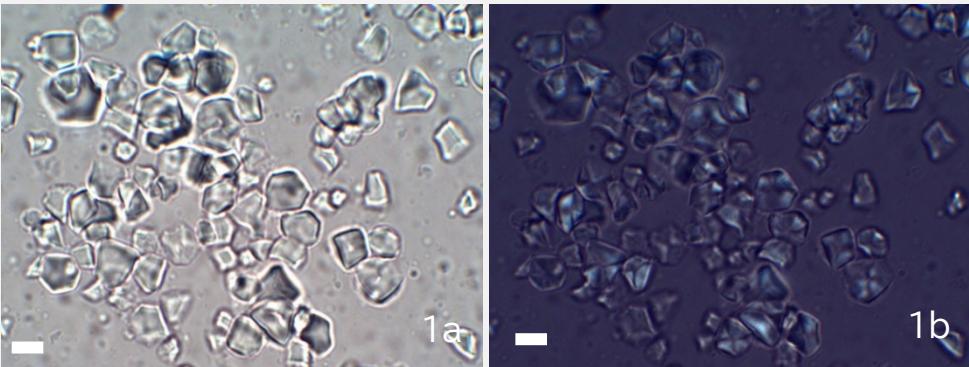
バナナ果実



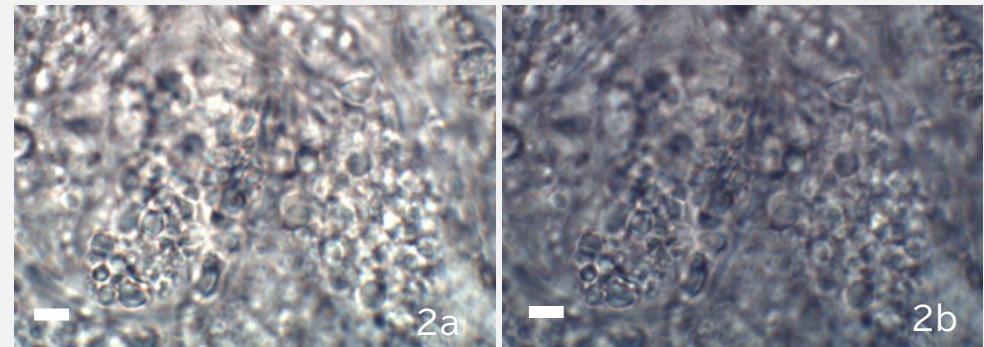
バーは $10\text{ }\mu\text{m}$ (10/1000mm); x400; a:開放ニコル, b:直交ニコル

# 料紙のデンプン粒の候補

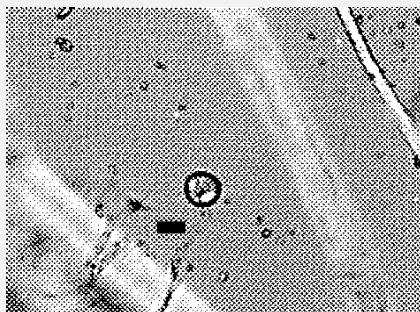
イネ(1000倍;スケールバーは5 μm)



ダイズ(1000倍;スケールバーは5 μm)



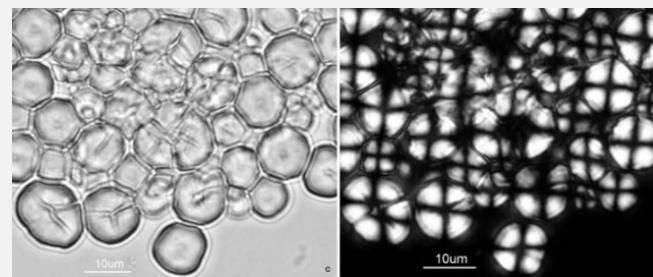
トロロアオイ



稻葉政満. 2002.「紙」『文化財のための保存科学入門』(京都造形芸術大学編), (株)飛鳥企画. 写真1より転載.  
スケールバーは10 μm

トロロアオイ以外はすべてOlympus BX53-33Z(簡易偏光装置付)で撮影  
a:開放ニコル, b: 直交ニコル

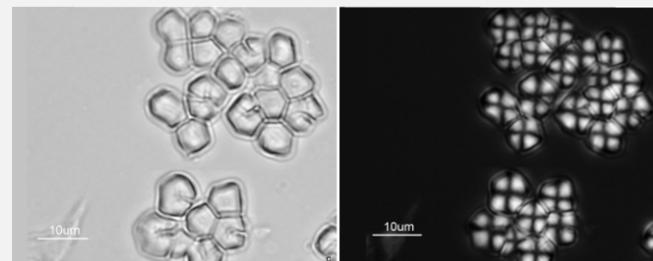
イネ以外の例:ヒエ



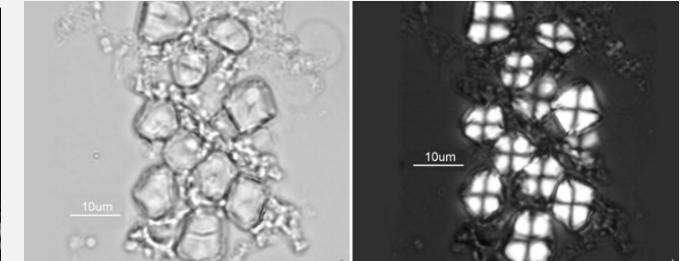
大橋有佳氏(元興寺文化財研究所)  
によるラマン分光分析では、豆糊は  
ダイズの可能性が指摘される

ヒエ, アワ, キビは400倍  
スケールバーは10 μm

イネ以外の例:キビ

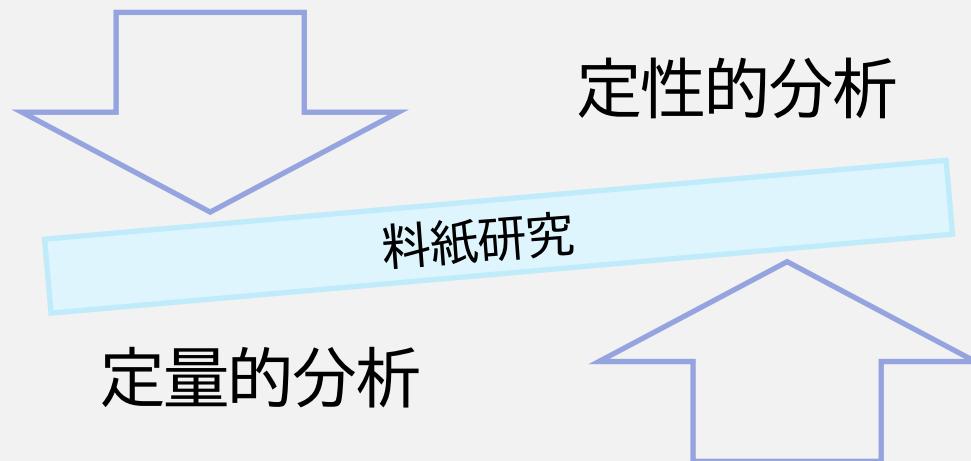


イネ以外の例:アワ



# 既存の研究における課題

- (1) 研究者の経験則による報告が多い
- 既存の顕微鏡撮影では撮影箇所の表記無し
  - 画像にスケールを入れることが少ない
- } 第三者の再検証が困難  
(再現性が担保されない)
- (2) 植物学的・鉱物学的な検討結果が提示されていない
- 「米粉の粒子あり」と報告 → イネ以外は存在しない?
  - 炭酸カルシウム, カオリンなどの記載なし → 鉱物学的検討はしない?
- (3) 分析データの数値化・共有化が行われていない



車の両輪のように  
両方が必要ではないか？



# 私の強み

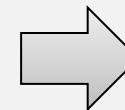
# 考古学・植物学の方法論を使おう

## 基盤にする考え方

## モノから歴史を考える =考古学の手法

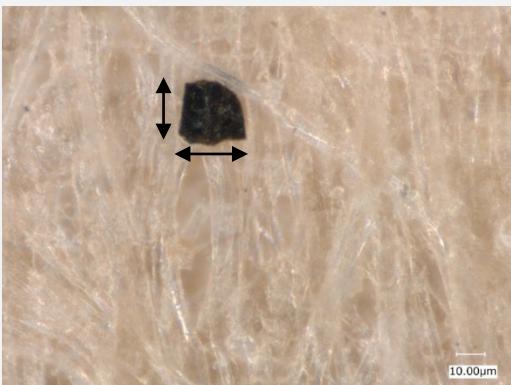
## 植物から環境を考える ＝植物学の手法

## 1. 植物性物質の同定

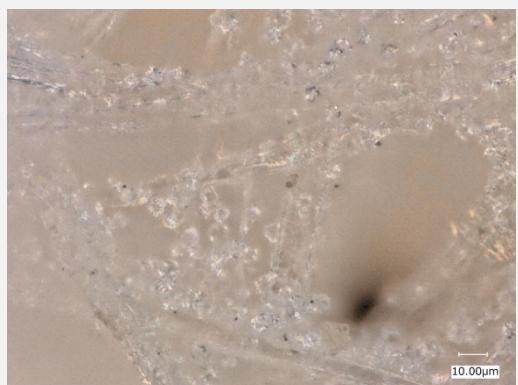


## デンプン粒からイネと 同定(米粉と確定)

## 2. 構成物の数値化→客観性・再現性確保



## サイズの計測



## 含有量の計数

### 3. 分析データの共有化

紙分析データ												
ファイル	集算	表示	挿入	表示形式	データ	ツール	アドオン	ヘルプ	選択肢			
行番号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	資料番号	資料名	資料説明1	資料説明2	範囲	西暦	日付	年月	集算ファイル名	幅	高さ	紙分析形式(X) (cm)
2	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	11	1300x1	300	3	
3	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十选	位合計	1411	0730	2	1300x2	100	3	
4	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	2	1300x2	600	3	
5	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	11	1300x3	100	7	
6	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	3	1300x3	600	7	
7	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十选	位合計	1411	0730	4	1300x4	100	15.5	
8	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	5	1300x5	100	15.5	
9	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	8	1300x5	1000	15.5	
10	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十选	位合計	1411	0730	8	1300x6	100	9.5	
11	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十选	位合計	1411	0730	8	1300x6	500	9.5	
12	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	8	1300x6	1000	8.5	
13	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	7	1300x7	100	29.5	
14	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	8	1300x8	100	25.5	
15	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十选	位合計	1411	0730	8	1300x9	100	15.5	
16	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	10	1300x10	100	21	
17	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	10	1300x10	200	21	
18	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	10	1300x10	500	21	
19	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十选	位合計	1411	0730	11	1300x11	100	3.5	
20	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	11	1300x11	200	3.5	
21	H-63-4115-10	後小切支度書	裏表紙旧日本銀行券支度書類 (H-63)	正反面年月別二千円札持込額 位二十五選	位合計	1411	0730	12	1300x12	100	3.5	

# プロジェクトメンバー

石川隆二  
作物育種学



高島晶彦  
古文書・歴史資料の修理



後藤真  
人文情報学



小倉慈司  
日本古代史, 史料学



天野真志  
日本近世・近代史, 資料保存



野村朋弘  
日本史



山田太造  
データ工学



尾上陽介  
日本古代史



科研費基盤研究(A) 「『国際古文書料紙学』の確立」(2019~2022年度)  
科研費挑戦的研究(萌芽)「前近代の和紙の混入物分析にもとづく『古文書科学』の  
可能性探索」(2018~2020年度)

# 国際共同研究メンバー



鍾國芳 Dr. Kuo-Fang Chung

- ・台湾・中央研究院生物多样性研究中心(Museum Director/Associate Research Fellow)
- ・植物分類学, 生物地理学
- ・2019年11月23日に料紙国際シンポジウムへ招聘
- ・2020年度～ カジノキ類の遺伝資源調査  
Chung, 国府方吾郎(国立科学博物館), 石川, 渋谷



SEE COMMENTARY

## A holistic picture of Austronesian migrations revealed by phylogeography of Pacific paper mulberry

Chi-Shan Chang (張至善)<sup>a,1</sup>, Hsiao-Lei Liu (劉筱蕾)<sup>b,1</sup>, Ximena Moncada<sup>c</sup>, Andrea Seelenfreund<sup>d</sup>, Daniela Seelenfreund<sup>e</sup>, and Kuo-Fang Chung (鍾國芳)<sup>b,2</sup>

<sup>a</sup>Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University, Shoufeng, Hualien 97401, Taiwan; <sup>b</sup>School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan; <sup>c</sup>Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEAZA), La Serena 1720170, Chile;

<sup>d</sup>Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Santiago 7500828, Chile; and <sup>e</sup>Department of Biochemistry and Molecular Biology, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago 8380494, Chile

Edited by Patrick V. Kirch, University of California, Berkeley, CA, and approved September 10, 2015 (received for review February 15, 2015)

# やったこと(1) 分析項目と基準を確定

## 史料の基本情報と顕微鏡撮影の情報

ID	Catalogue number (Barcode)	Resource name	Photo folder 1	Photo folder 2	Photo name	Shooting date	Collection name 1	Collection name 2	Resource year (AD)	Resource name (Japanese)	Resource year (AD)	Resource name (Japanese)	Quantity	Materia	Equipment	Magnificatio	Light (IR)	Other
132(129)-38720	近文書久須原	132(129)sakihisa_38720	1	132(129)sakihisa_38720	sakihisa38720-1	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Blu	
140	近文書久須原	132(129)sakihisa_38720	2	132(129)sakihisa_38720	sakihisa38720-2	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	
150	近文書久須原	132(129)-38720	3	132(129)sakihisa_38720	sakihisa38720-3	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	
151	近文書久須原	132(129)-38720	4	132(129)sakihisa_38720	sakihisa38720-4	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	
152	近文書久須原	132(129)-38720	5	132(129)sakihisa_38720	sakihisa38720-5	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 200 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Blu	
153	近文書久須原	132(129)-38720	6	132(129)sakihisa_38720	sakihisa38720-6	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	
154	近文書久須原	132(129)-38721	1	132(129)sakihisa_38721	sakihisa38721-1	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	
155	近文書久須原	132(129)-38721	2	132(129)sakihisa_38721	sakihisa38721-2	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	
156	近文書久須原	132(129)-38721	3	132(129)sakihisa_38721	sakihisa38721-3	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Blu	
157	近文書久須原	132(129)-38721	4	132(129)sakihisa_38721	sakihisa38721-4	2019/6/24	高の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コラフ	Dive-Reflex D (H 220 下面鏡) セット、反射鏡、遮光板、遮光筒、遮光鏡、遮光ビント	T	Se	

## 構成物の情報

ID	Catalogue number (Barcode)	Resource name	Photo name	Component outline	Composers total	Component total 2	Paper length (cm)	Paper width (cm)	Paper weight (g)	Area (cm <sup>2</sup> )	Quantity/Area	Quantity/Area × total	MR/AN Quantity/Area	Starch-quantity (grain)	Starch-quantity (grain) total	Starch-quantity / Area
1	伊豆古文書	date391-1	伊豆古文書1	デンブン	15	42	62.2	19.65	2612.40	0.0557				0		
2	伊豆古文書	date391-2	伊豆古文書2	デンブン	18	42	62.2	19.65	2612.40	0.0569			3			
3	伊豆古文書	date391-3	伊豆古文書3	デンブン	34	42	62.2	19.65	2612.40	0.0791			11			
4	伊豆古文書	date391-4	伊豆古文書4	デンブン	29	42	62.2	19.65	2612.40	0.1111			8			
5	伊豆古文書	date391-5	伊豆古文書5	デンブン	21	42	62.2	19.65	2612.40	0.0531			0			
6	伊豆古文書	date391-6	伊豆古文書6	デンブン	19	42	62.2	19.65	2612.40	0.0536			0			
7	伊豆古文書	date391-7	伊豆古文書7	デンブン	22	193	42	62.2	19.65	2612.40	0.0381	0.0570	0.0204	0	28	
8	伊豆古文書	date392-1	伊豆古文書8	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0542				0			
9	伊豆古文書	date392-2	伊豆古文書9	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0540				0			
10	伊豆古文書	date392-3	伊豆古文書10	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0539				0			
11	伊豆古文書	date392-4	伊豆古文書11	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0537				0			
12	伊豆古文書	date392-5	伊豆古文書12	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0535				0			
13	伊豆古文書	date392-6	伊豆古文書13	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0530				0			
14	伊豆古文書	date392-7	伊豆古文書14	5	42	62.2	19.65	2612.40	0.0534				0			
15	伊豆古文書	date392-8	伊豆古文書15	15	62	42.2	19.65	2612.40	0.0557	0.0234	0.0033	0	0			
16	伊豆古文書	date393-1	伊豆古文書16	デンブン	15	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0784			0			
17	伊豆古文書	date393-2	伊豆古文書17	デンブン	21	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0743			0			
18	伊豆古文書	date393-3	伊豆古文書18	デンブン	15	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0784			0			
19	伊豆古文書	date393-4	伊豆古文書19	デンブン	15	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0784			0			
20	伊豆古文書	date393-5	伊豆古文書20	デンブン	27	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0784			0			
21	伊豆古文書	date393-6	伊豆古文書21	デンブン	10	125	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0149	0.0620	0.0103	5	5	
22	伊豆古文書	date394-1	伊豆古文書22	デンブン	11	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0155			0			
23	伊豆古文書	date394-2	伊豆古文書23	デンブン	13	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0146			0			
24	伊豆古文書	date394-3	伊豆古文書24	デンブン	8	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0541			0			
25	伊豆古文書	date394-4	伊豆古文書25	デンブン	16	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0589			0			
26	伊豆古文書	date394-5	伊豆古文書26	デンブン	23	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0581			0			
27	伊豆古文書	date394-6	伊豆古文書27	デンブン	13	84	53.1	12.73	1991.25	0.0665	0.0422	0.0070	0	0		
28	伊豆古文書	date394-7	伊豆古文書28	デンブン	27	37.1	58.9	14.41	2014.53	0.0589			0			
29	伊豆古文書	date396-2	伊豆古文書29	デンブン	15	37.1	53.3	17.08	2020.07	0.0774			0			
30	伊豆古文書	date396-3	伊豆古文書30	デンブン	11	37.1	53.3	17.08	2020.07	0.0554			0			
31	伊豆古文書	date396-4	伊豆古文書31	デンブン	21	37.1	53.3	17.08	2020.07	0.0104			0			
32	伊豆古文書	date396-5	伊豆古文書32	デンブン	32	37.1	53.3	17.08	2020.07	0.0585			0			

- ID(研究で使用する個別番号)
- 各所蔵機関での番号
- 史料の名称, コレクション名
- 史料の作成年月日
- 史料点数
- 料紙の素材, 形態情報
- 撮影倍率
- 撮影箇所, 撮影光
- 偏光ポラライザー使用の有無

- 構成物の同定結果
- デンブン粒の有無と植物種
- 他の植物性物質
- 糊痕跡の有無と残留状態

# やったこと(2) 調査方法を統一

## 使用機器



400倍も導入  
Dino-lite R & D(研究開発)  
セット  
• 拡大倍率20~220倍  
• 偏光ポラライザー付レンズ  
    >>自分のPCIにUSB接続  
顕微鏡用偏光歪検査セット

## 撮影1) 一紙6~8箇所選択



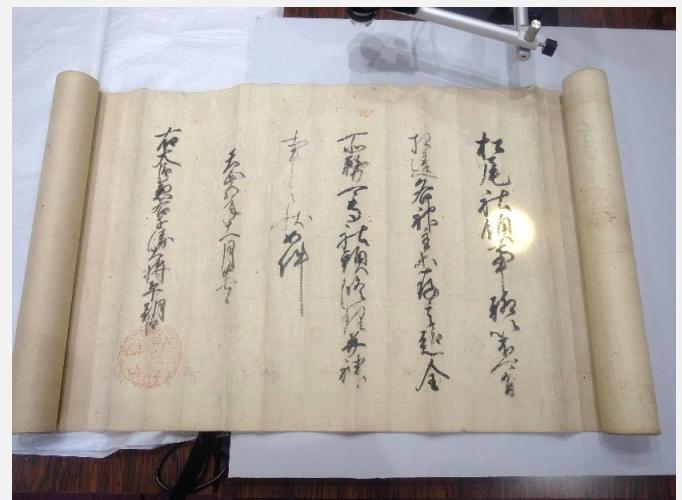
構成物の密度を  
比較(定点計測は  
しない)

## 撮影2) 撮影箇所の数値による記録



一紙の縦横(XY)で記録

## 撮影3) 基本は透過光・偏光を使用



紙にあわせて反射／透過、偏光度を設定



# 2020年10月までの研究成果

## 松尾大社社蔵史料



国内外の複数学会  
で報告(高評価)

養和1(1181)～万延1  
(1860)年の史料を調査

「東京大学史料編纂所紀要」  
第31号で成果の一部を報告  
(印刷中)

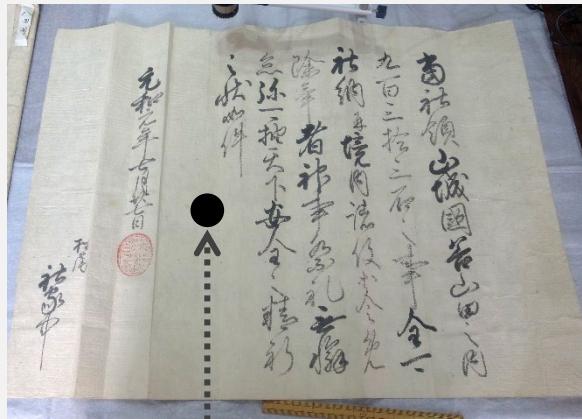
## 陽明文庫所蔵史料



「近衛稙家消息」「近衛前久  
消息」「近衛信尹消息」「伊  
達政宗書状」等を調査

査読付学術誌(国内誌)へ  
近日中に投稿予定

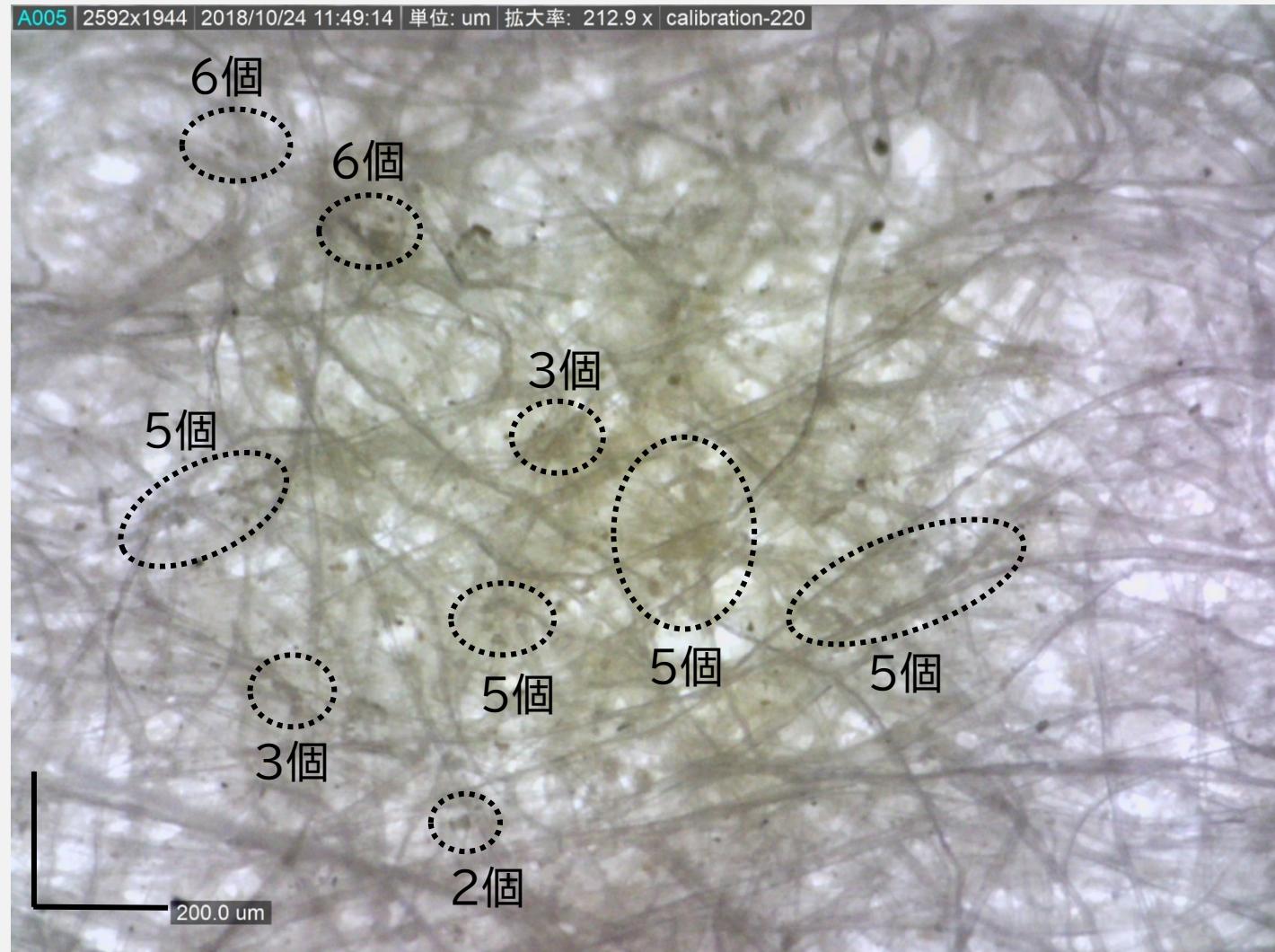
# 松尾大社社蔵史料 273「徳川家康朱印状」



撮影箇所:  
左から4.2cm, 上から  
22cm

画像内でイネのデンプン粒  
40個, 細胞組織35片, 塵  
を確認

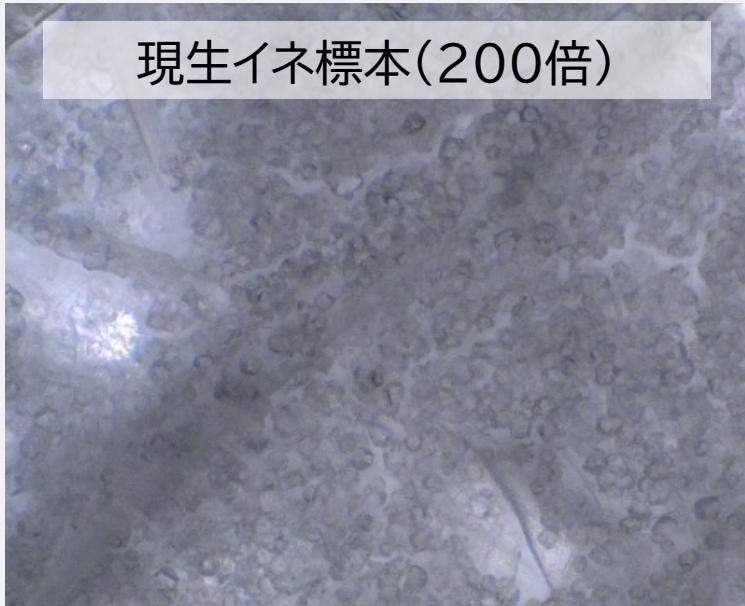
デンプン粒を見慣れて  
いないと同定は難しい  
かも…



コウゾ, 透過光で撮影(次のスライドは左下を拡大)

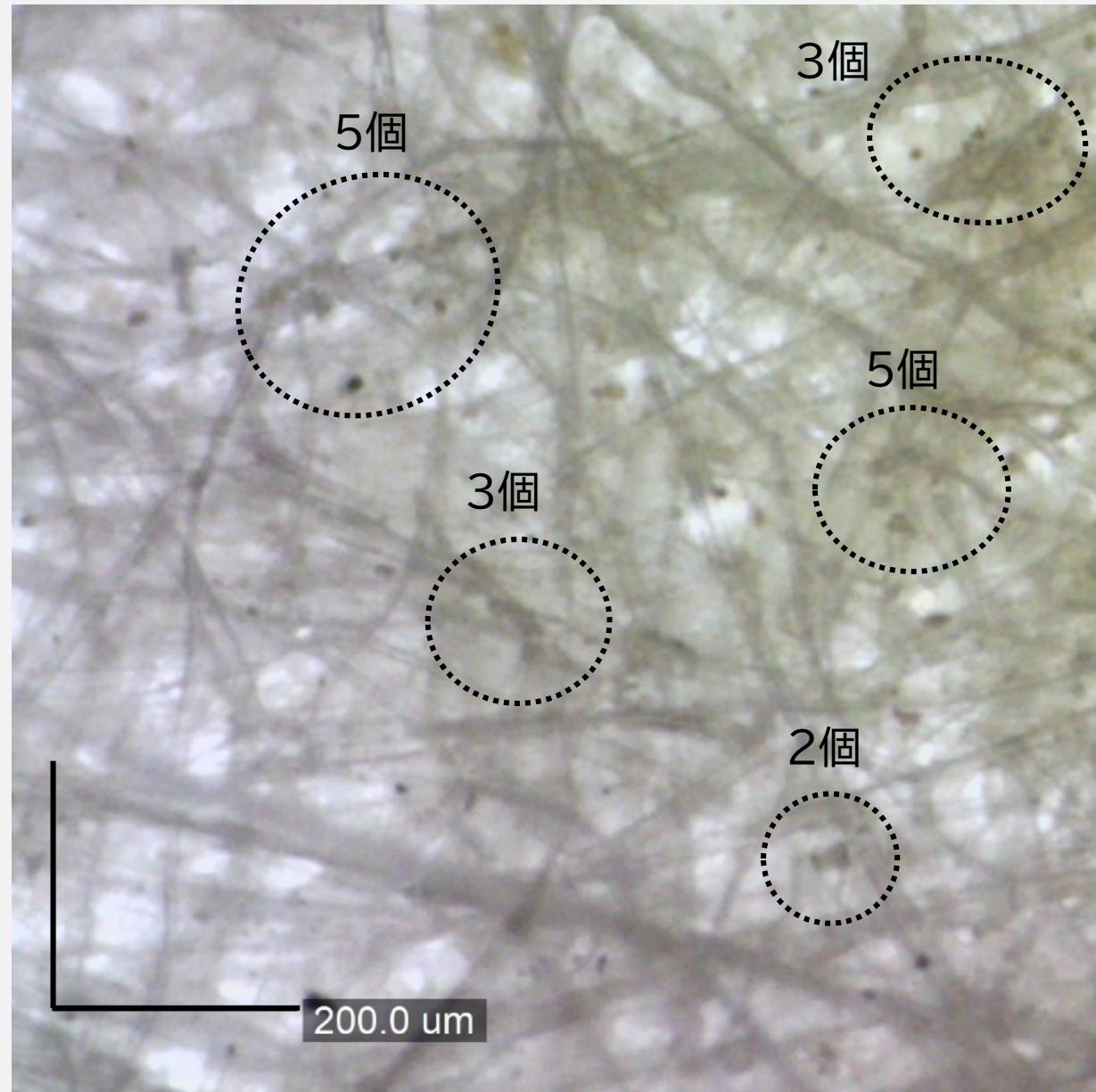
# 黒丸がイネのデンプン粒

現生イネ標本(200倍)



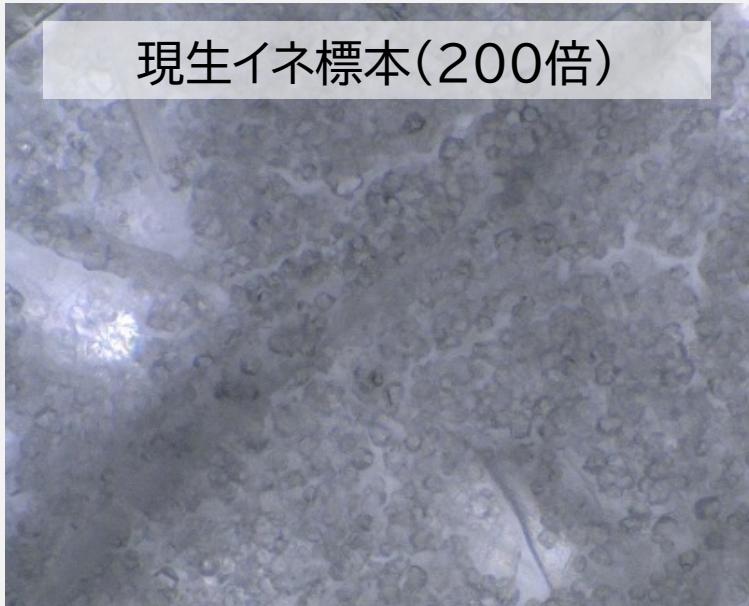
- ・ 同定時は画像を拡大して、縦径・横径(偏光十字)を計測
- ・ 偏光十字の確認は困難
- ・ 六角形、粒径範囲 $6.57\sim 9.795\mu\text{m}$ 、コウゾ繊維に絡んだ状態

>> イネと同定



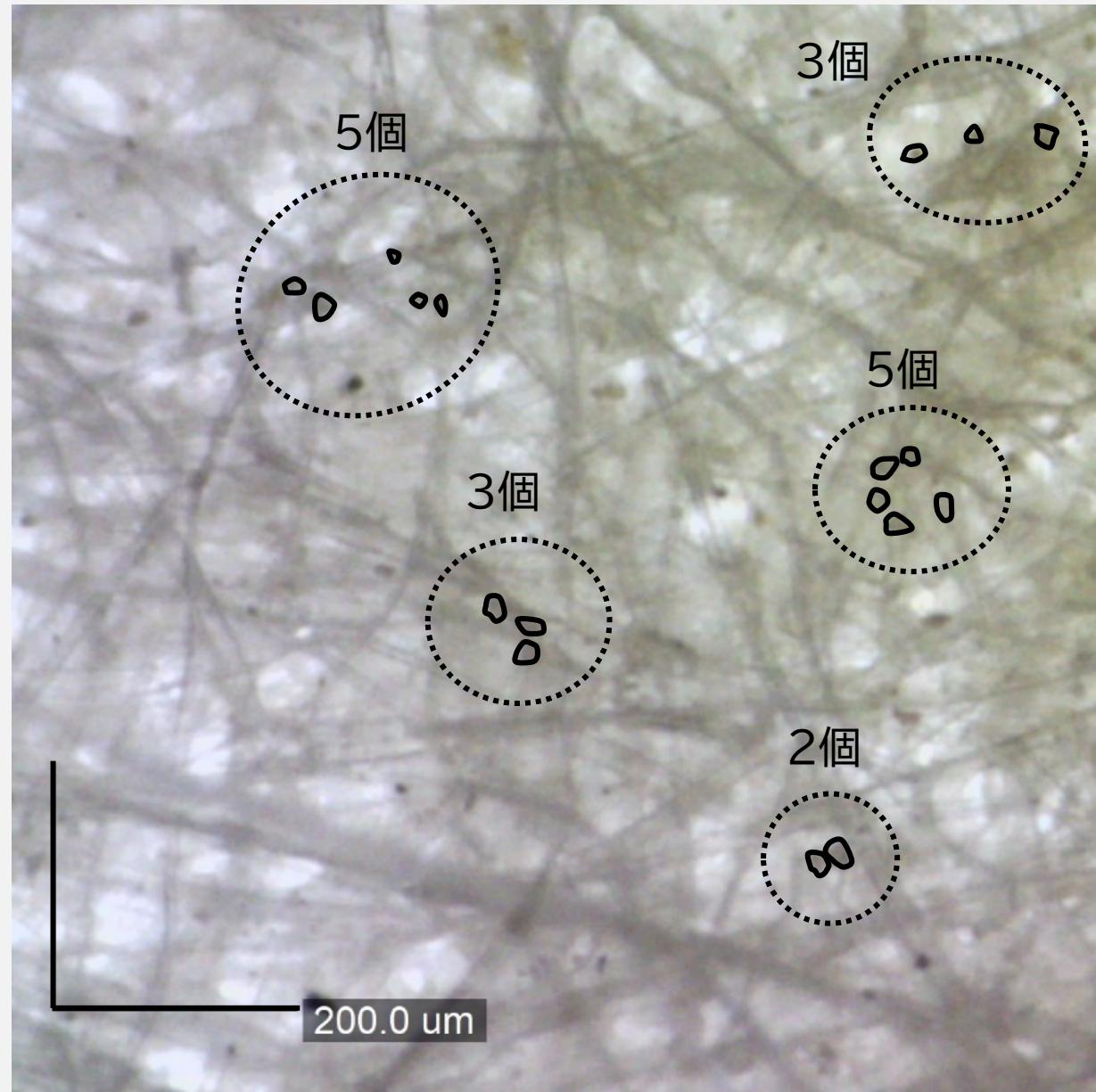
# 黒丸がイネのデンプン粒

現生イネ標本(200倍)

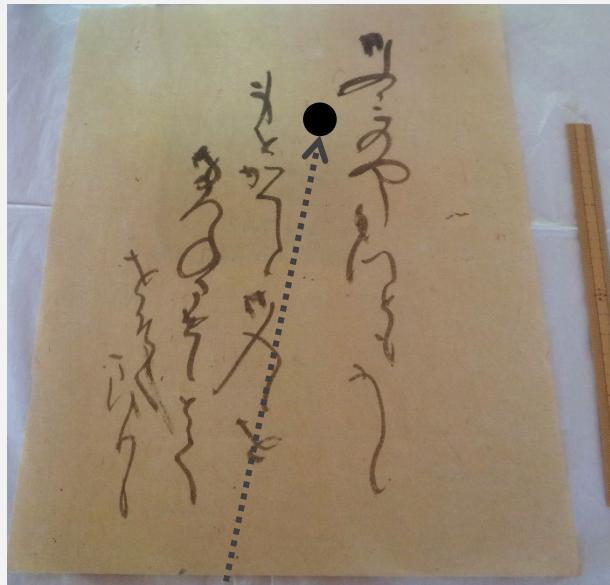


- ・ 同定時は画像を拡大して、縦径・横径(偏光十字)を計測
- ・ 偏光十字の確認は困難
- ・ 六角形、粒径範囲 $6.57\sim 9.795\text{ }\mu\text{m}$ 、コウゾ繊維に絡んだ状態

>> イネと同定

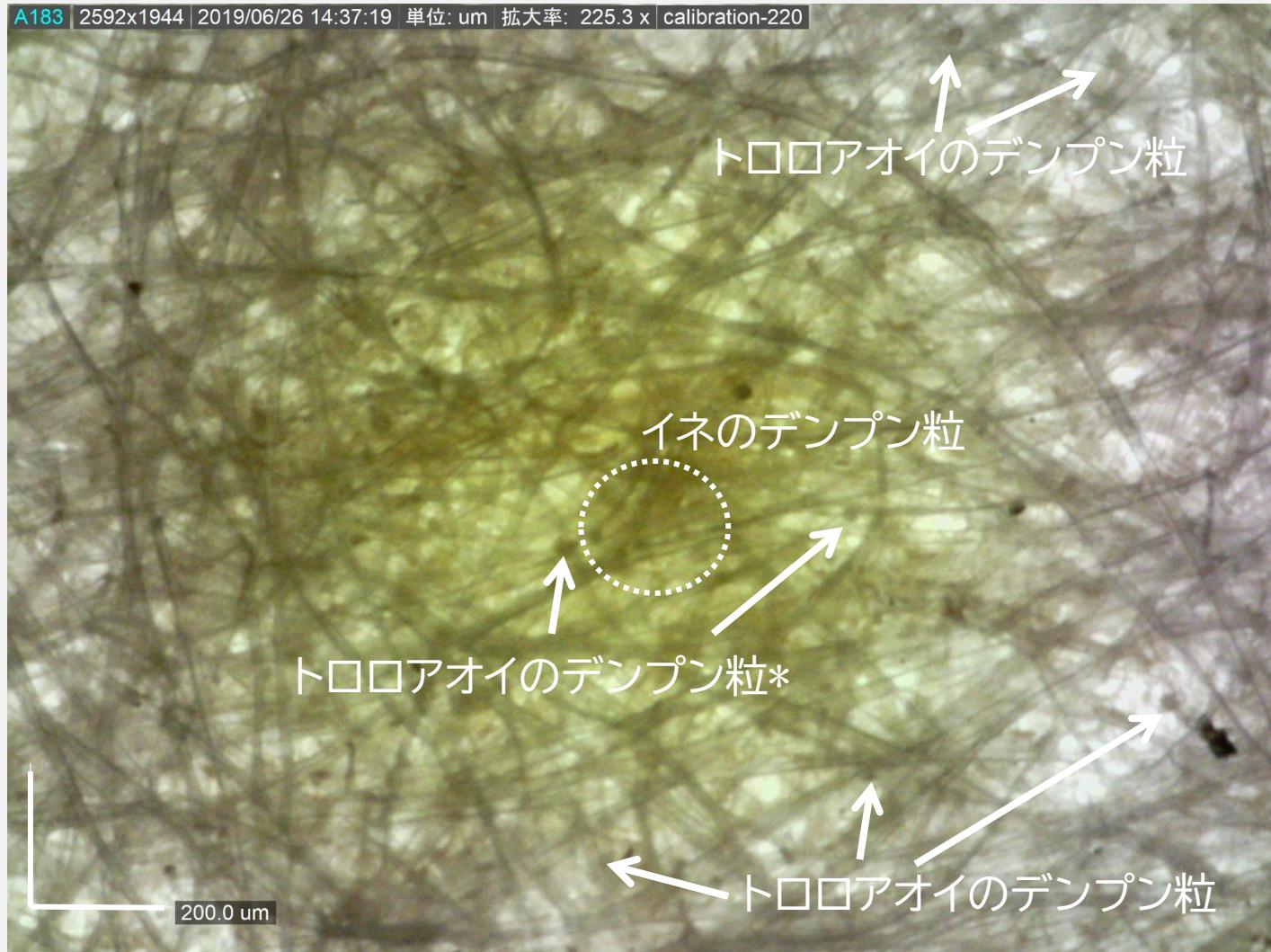


# 陽明文庫所蔵史料 47-2372「近衛信尹消息」



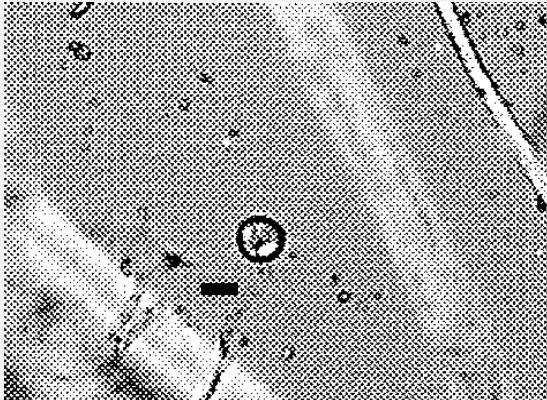
撮影箇所:  
右から11.5cm, 下から  
8.3cm(コウゾ, 透過光)

画像内でイネのデンプン粒  
4 個(破線内), トロロアオ  
イのデンプン粒8 個(矢  
印), 細胞組織断片6 片を  
確認



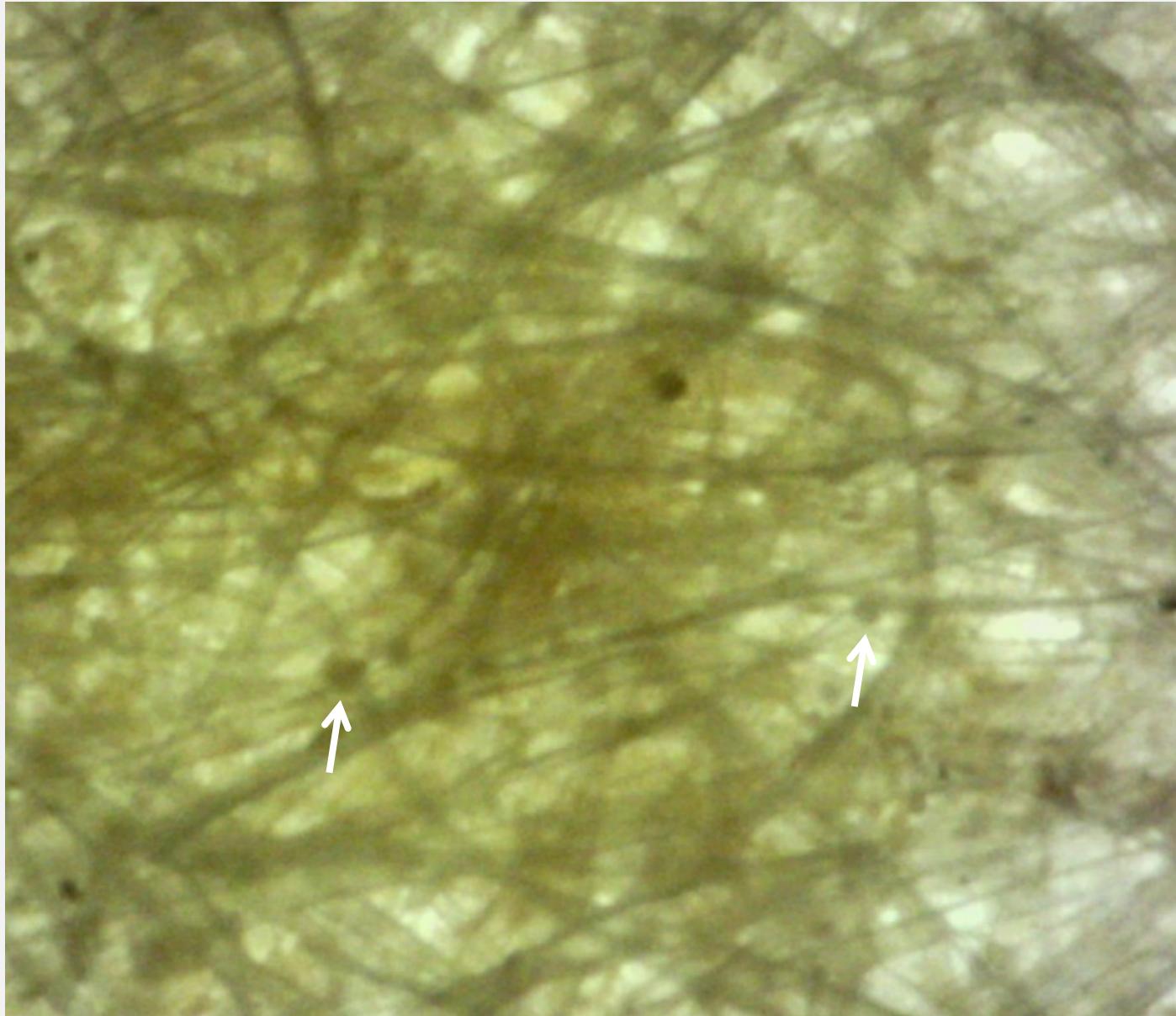
コウゾ, 透過光で撮影(次のスライドは\*を拡大)

# 白丸がトロロアオイのデンプン粒

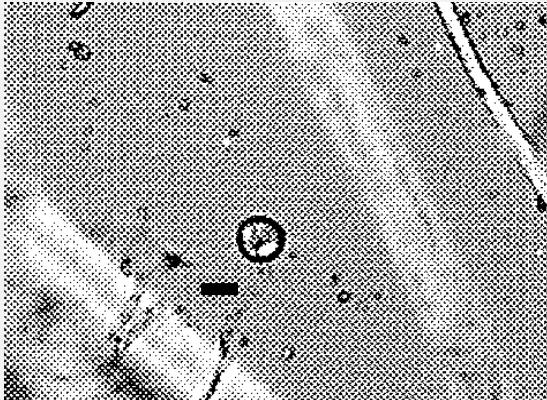


稻葉政満. 2002.「紙」『文化財のための保存科学入門』(京都造形芸術大学編), (株)飛鳥企画. 写真1より転載.  
スケールバーは $10\mu\text{m}$

- 同定時は画像を拡大して, 縦径・横径(偏光十字を)を計測
- 偏光十字の確認は困難だが, 円形, 粒径範囲  
 $9.893\sim25\mu\text{m}$   
>> トロロアオイと同定

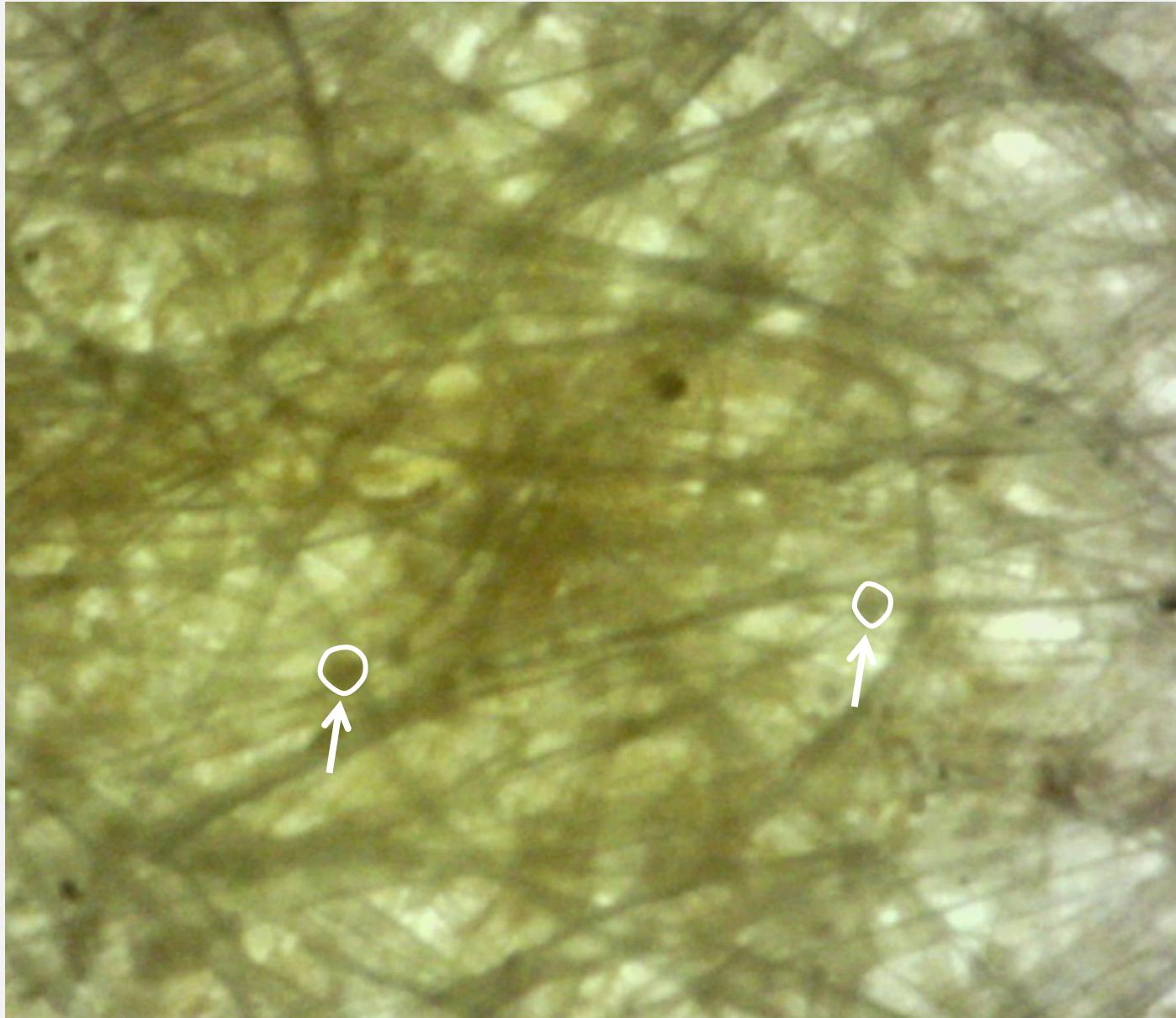


# 白丸がトロロアオイのデンプン粒



稻葉政満. 2002.「紙」『文化財のための保存科学入門』(京都造形芸術大学編), (株)飛鳥企画. 写真1より転載.  
スケールバーは $10\mu\text{m}$

- 同定時は画像を拡大して, 縦径・横径(偏光十字を)を計測
- 偏光十字の確認は困難だが, 円形, 粒径範囲  
 $9.893\sim25\mu\text{m}$   
>> トロロアオイと同定

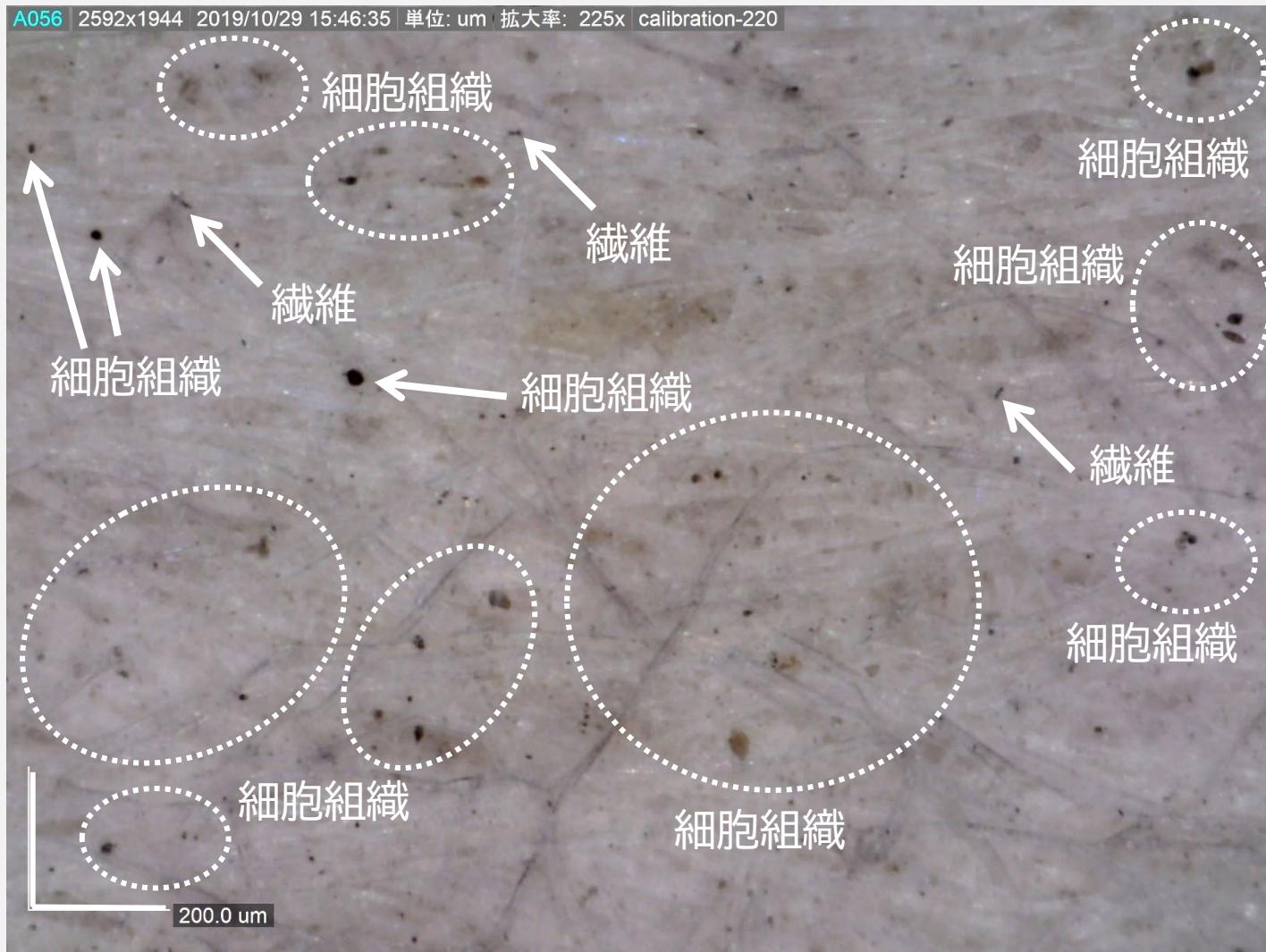


# 松尾大社社蔵史料 12「光巖院院宣」



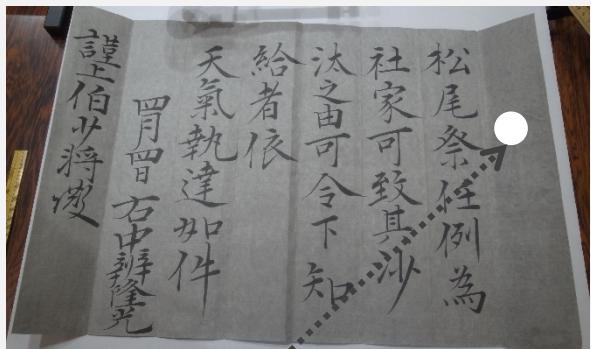
撮影箇所:  
右から26.0cm, 下から  
9.7cm

画像内で細胞組織の断片  
65片(黒・茶色物質), 繊維断片3片を確認



裏打ちが厚いため、反射光で撮影(コントラストを微修正済)

# 松尾大社社蔵史料 333「仁孝天皇綸旨」



撮影箇所:  
右から6.5cm, 上から  
16.0cm

画像内で長石3個を確認  
→アルカリ長石(カリウム・  
ナトリウムが主成分)か  
斜長石(カルシウム・ナト  
リウムが主成分)の識別  
は今後の課題



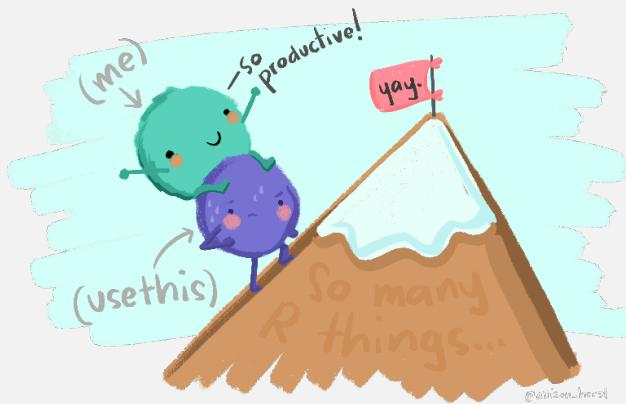
宿紙, 透過光で撮影

# 分析データを可視化しよう

# 緊急事態宣言中に勉強しました

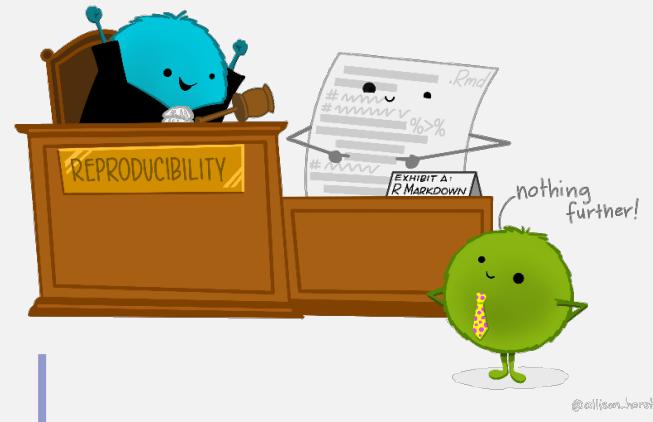
# 統計解析環境R／RStudio

2020年4月より、「考古学・文化財のためのデータサイエンス・サロンonline」で一から学んでいます



料紙研究の公開性と透明性  
を支え、データのアクセシビ  
リティを向上したい！

# 料紙研究の オープンサイエンス



# グラフ描画用パッケージggplot2や 統計解析の各パッケージを使用



Artwork by @allison\_horst  
(CC BY 4.0)

# (1) 料紙サイズと含有量の相関？(無相関検定)

陽明文庫所蔵史料(コウゾ)

松尾大社は別の機会で

- 帰無仮説 $H_0$ :母相関は0である「調査史料では料紙面積と構成物の量に相関がない」  
対立仮説 $H_1$ :母相関は0ではない「調査史料では料紙面積と構成物の量に相関がある」

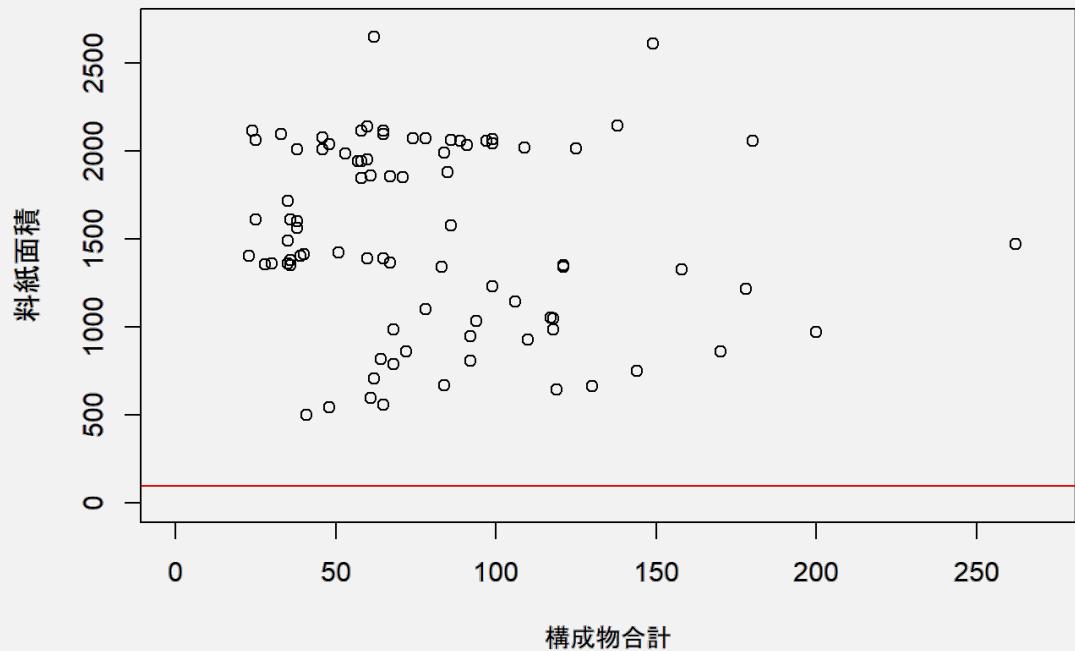
相関係数 = -0.186486

母集団相関係数pに関する検定

- t値 = -1.3249
- df(自由度) = 83
- p-value(p値) = 0.1888

p値で「結果が統計的に有意かどうか」を判断

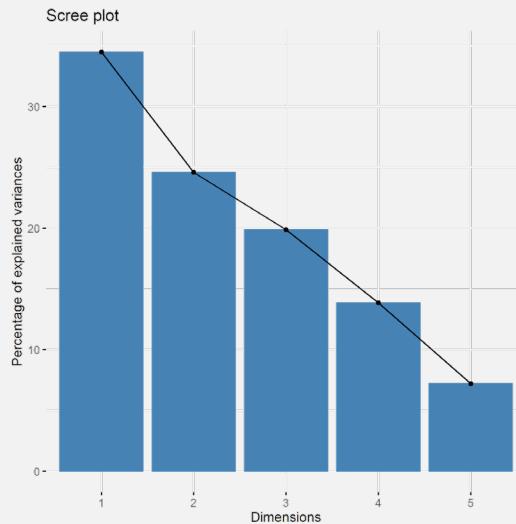
- 有意水準0.05(5%)より大きい
- 「料紙面積」と「構成物の量」の間に有意な相関がない



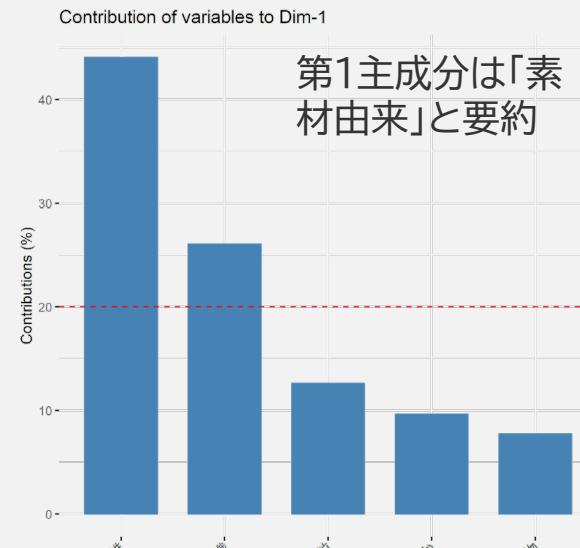
「相関はない」ことが統計的に実証された

## (2) 構成物全体の特徴は？(主成分分析)

松尾大社社蔵史料(コウゾのみ抽出)

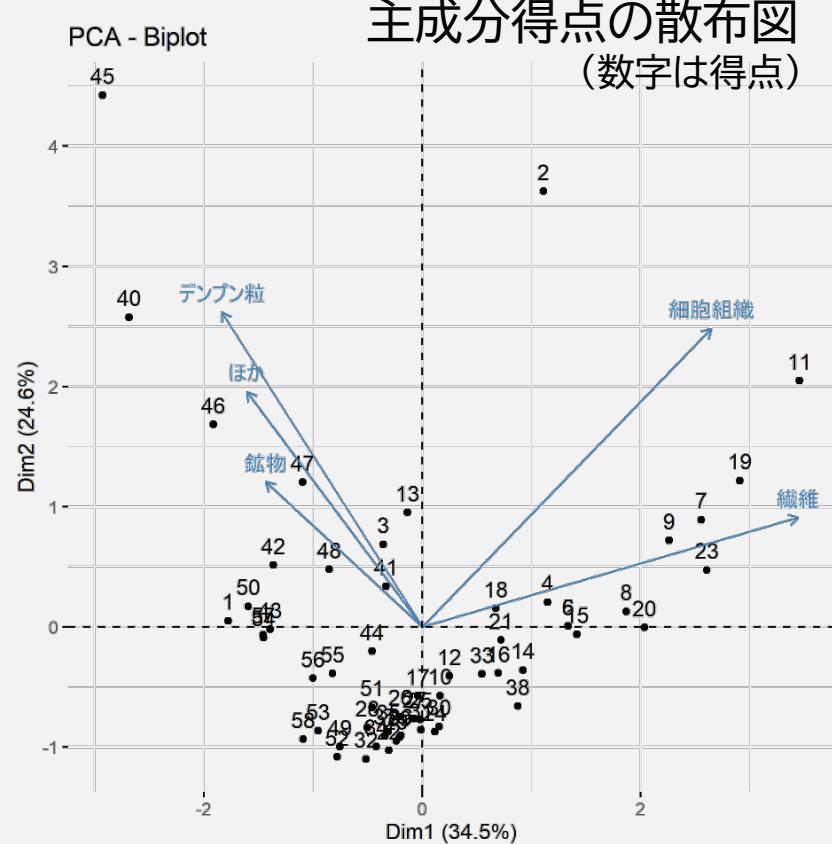


第1主成分が34%超、第2主成分と合わせて90%近い



第1主成分は「素材由来」と要約

	主成分の分散	寄与率	累積寄与率
comp 1	1.7240043	34.480085	34.48009
comp 2	1.2290034	24.580068	59.06015
comp 3	0.9940092	19.880184	78.94034
comp 4	0.6924212	13.848425	92.78876
comp 5	0.3605619	7.211238	100.00000

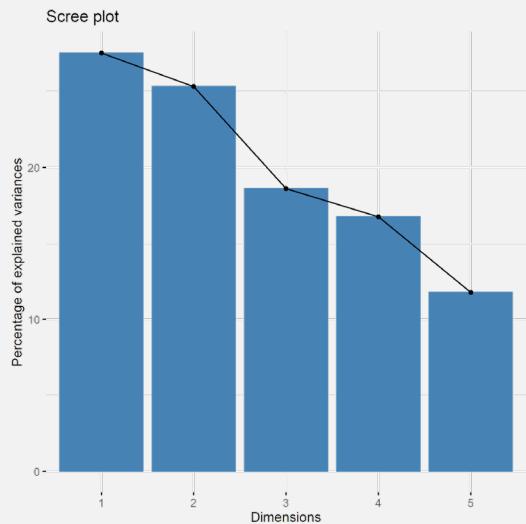


同じ変数の意味を示す2つに分かれる

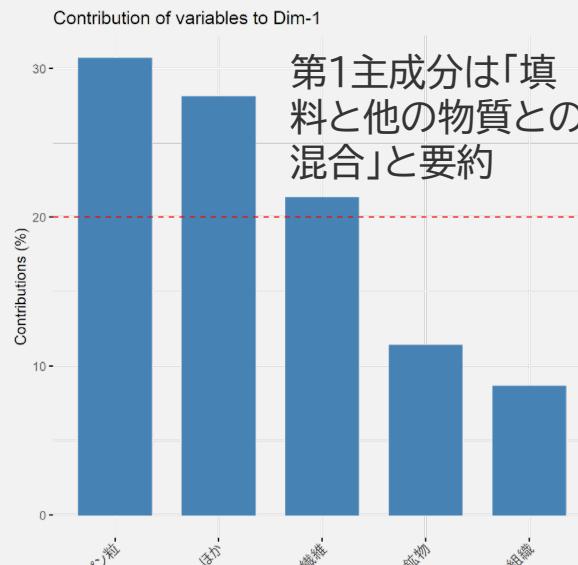
- 細胞組織と纖維は素材由来を示す
- デンブン粒・鉱物・ほかは填料を示す

## (2) 構成物全体の特徴は？(主成分分析)

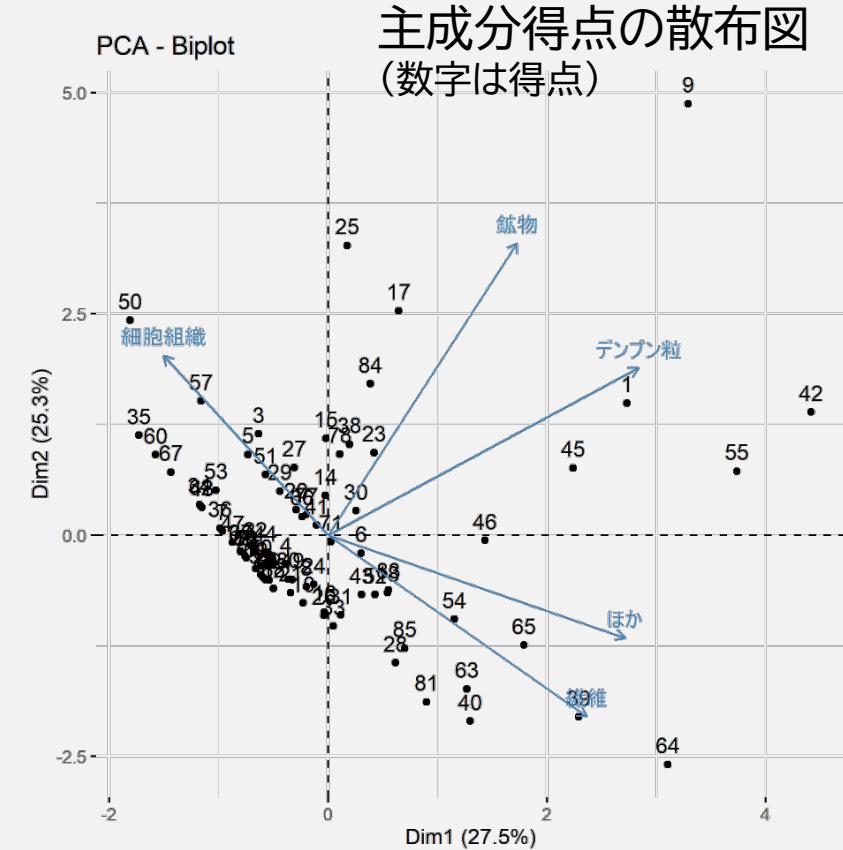
陽明文庫所蔵史料(コウゾのみ抽出)



第1主成分が27%超、第2主成分も合わせると80%近い



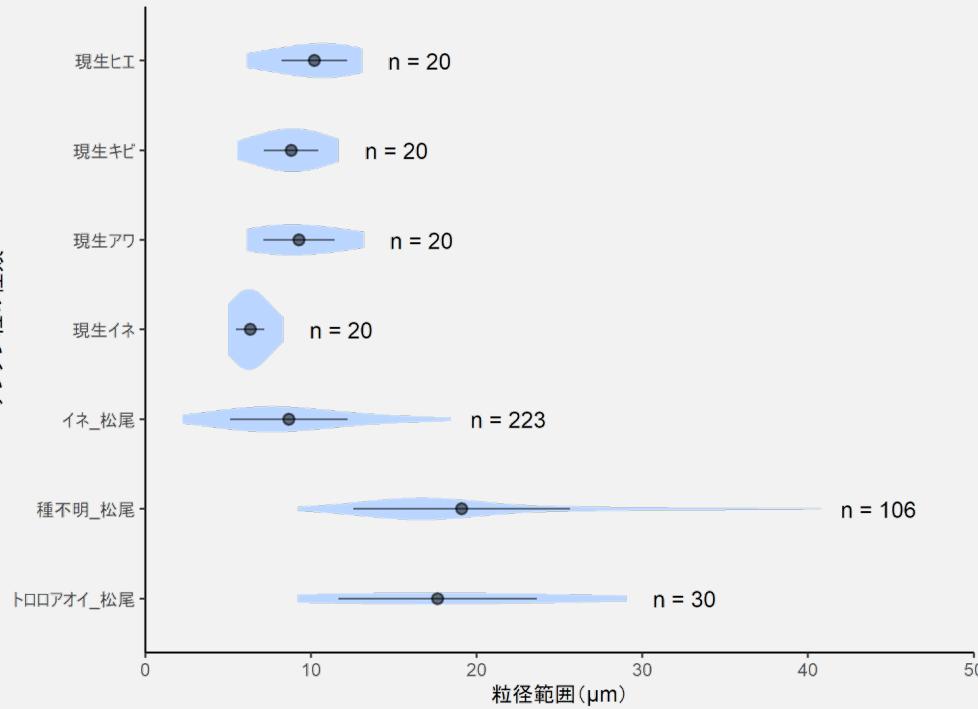
第1主成分は「填料と他の物質との混合」と要約



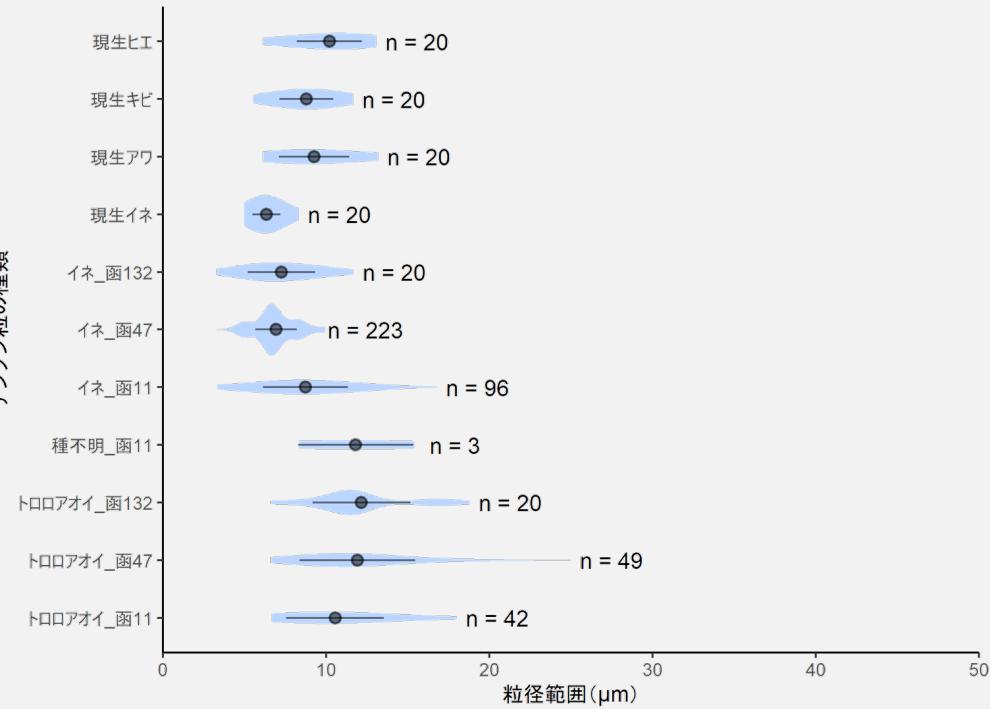
- デンプン粒と鉱物は填料
- 細胞組織, 繊維・ほかは異なる変数をもつ(素材由来だけではない)

### (3) 料紙のデンプン粒の特徴は？(バイオリンプロット)

松尾大社社蔵史料63点中14点



陽明文庫所蔵史料89点中21点

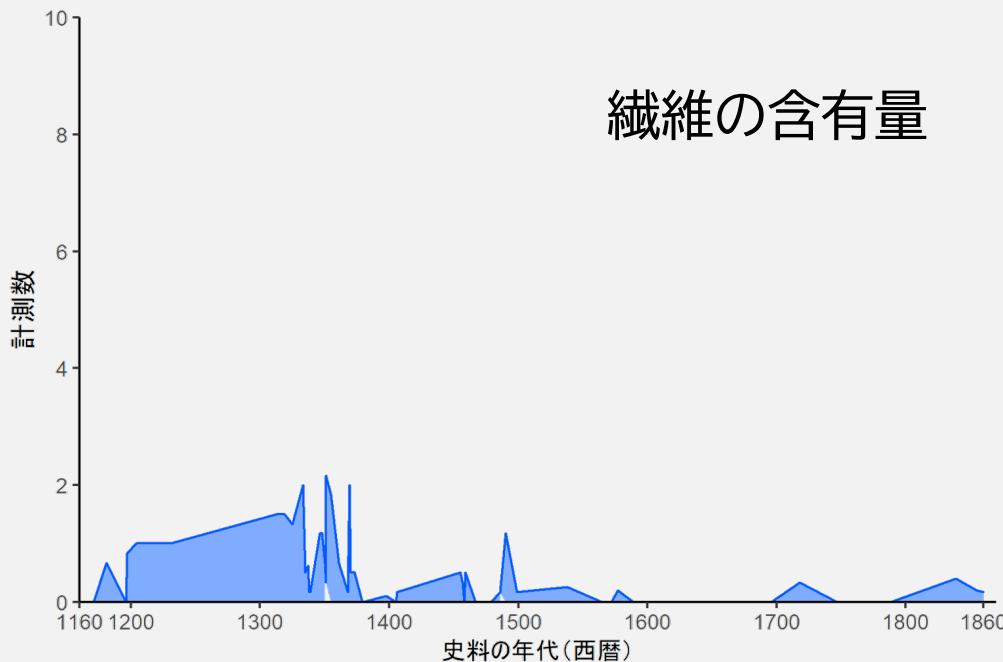
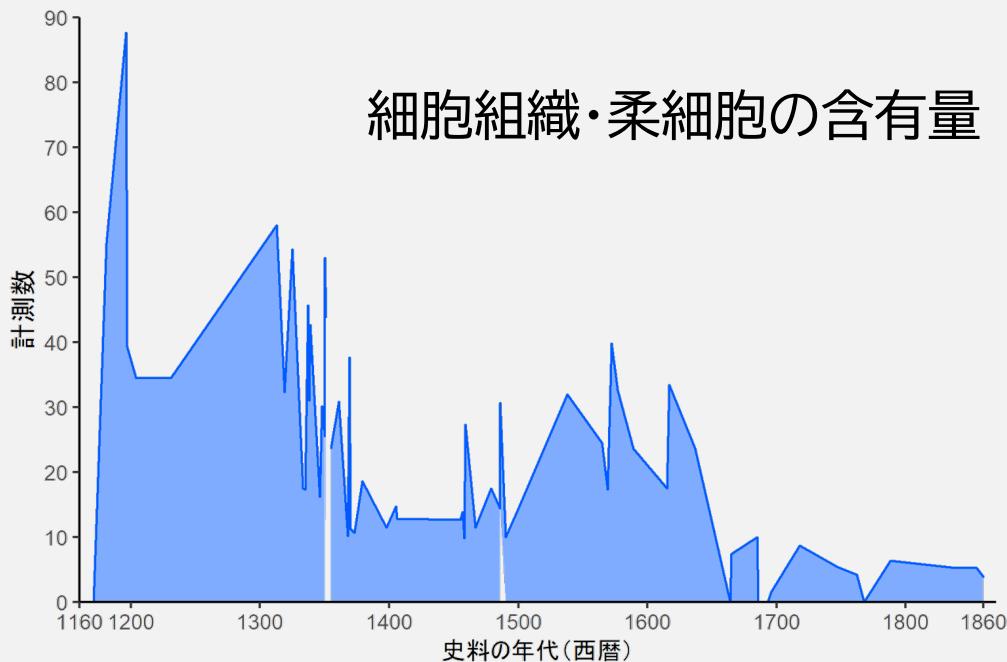


料紙のデンプン粒は粒径の分散が大きい

植物の生産地や当時の生育環境・条件に起因 → 料紙の生産地を示す?  
「野生型と栽培型の間で大きさに差異」(Loy et al. 1992; 渋谷2010)

## (4) 構成物量の変化は？(網掛け折れ線グラフ)

松尾大社社蔵史料63点の状況



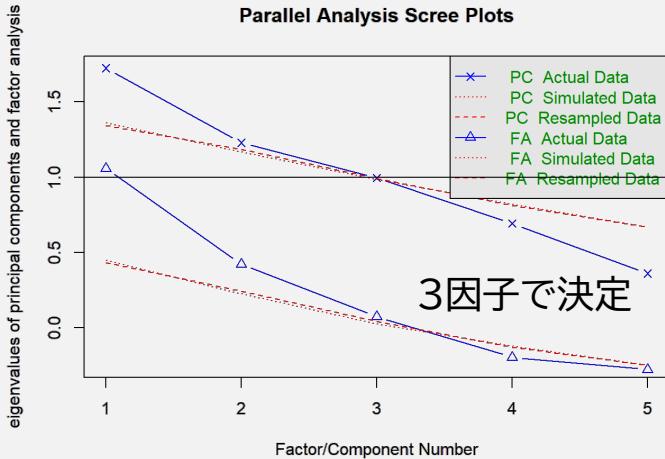
### 時期による増減

- 目録番号86「室町幕府奉行人連署奉書」が増加のピーク、以降は減少
- 目録番号26「徳川家綱朱印状」以降に減少が顕著

室町時代後半と江戸時代前半に料紙材料や製法の変化がある？

# (5) 構成物同士の相関関係は？(因子分析)

松尾大社社蔵史料(コウゾ)における料紙構成物の共通因子・相関関係



因子負荷量

	MR1	MR3	MR2
デンプン粒	0.02216235	0.46395200	0.2130674
鉱物	-0.04041092	-0.06896046	0.5434480
細胞組織	0.80277436	0.12666155	0.1189321
纖維	0.75713597	-0.16936664	-0.1628024
ほか	-0.04003187	0.56883444	-0.1576144

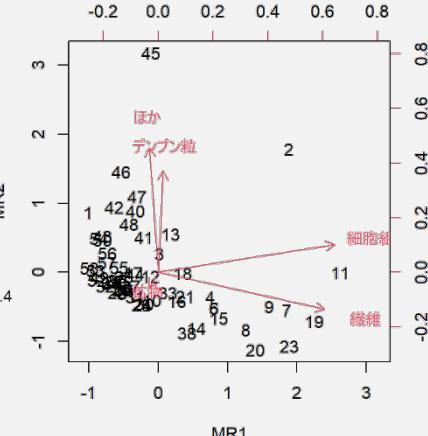
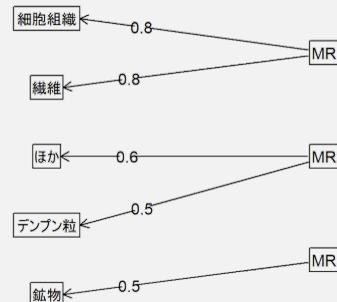
## バリマックス解

	MR1	MR2	MR3
寄与	1.22	0.62	0.43
寄与率	0.24	0.12	0.09
累積寄与率	0.24	0.37	0.45
説明率	0.54	0.27	0.19
累積説明率	0.54	0.81	1.00

累積寄与率が0.5より小 >> データの拡充が必要

## 因子間相関

	MR1	MR2	MR3
MR1	1.00	-0.17	-0.16
MR2	-0.17	1.00	0.39
MR3	-0.16	0.39	1.00

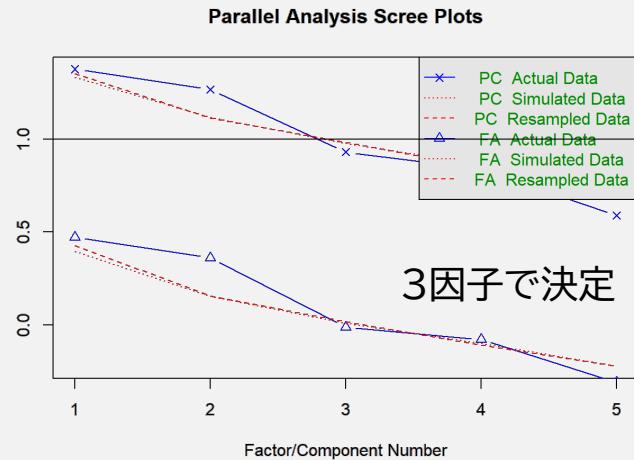


細胞組織－纖維, デンプン粒－鉱物－ほかが相関関係をもつ

# (5) 構成物同士の相関関係は？(因子分析)

陽明文庫所蔵史料(コウゾ)における料紙構成物の共通因子・相関関係

eigenvalues of principal components and factor analysis



## 因子負荷量

	MR1	MR3	MR2
デンプン粒	0.01654569	0.79113716	-0.009188201
鉱物	0.92299697	0.01169930	0.008554870
細胞組織	0.18572833	-0.14466103	-0.163285306
纖維	-0.20071818	0.18314100	0.295960324
ほか	0.02345439	-0.01816758	0.737600749

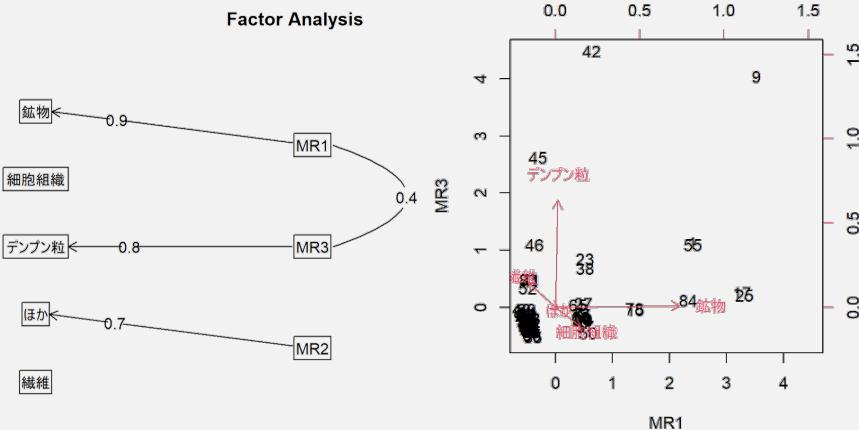
## バリマックス解

	MR1	MR2	MR3
寄与	1.03	0.75	0.60
寄与率	0.21	0.15	0.12
累積寄与率	0.21	0.36	0.48
説明率	0.43	0.31	0.25
累積説明率	0.43	0.75	1.00

累積寄与率が0.5より小 >> データの拡充が必要

## 因子間相関

	MR1	MR2	MR3
MR1	1.00	0.33	0.08
MR2	0.33	1.00	0.14
MR3	0.08	0.14	1.00



デンプン粒と鉱物が相関関係をもつ(調査史料の特徴)

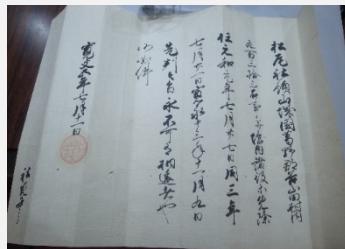
# まとめると

国際共同研究

## 原本史料調査



## 文書の内容



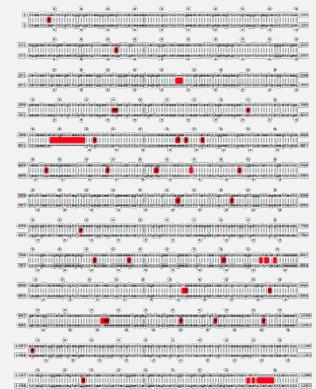
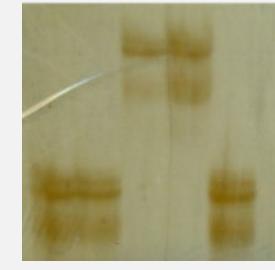
## 構成物の分析



## DNA分析による成分特定

Tad3

1 2 3 4 5



DNAバイオマーカー

紙媒体歴史資料のための  
科学研究基盤の構築



研究成果の共有・公開  
(オープンアクセス)

分析データの標準化など  
料紙の研究方法の情報化実践  
(Rによる可視化)



歴史資料の修理・保存方法の検証と情報基盤への反映

料紙研究情報の国際標準化と東アジアにおける研究の展開



考古科学(残存デンプン粒研究の進展へ)

ご静聴ありがとうございました

