

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)

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>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
- 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

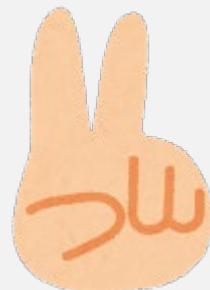
職歴(概略)

- 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



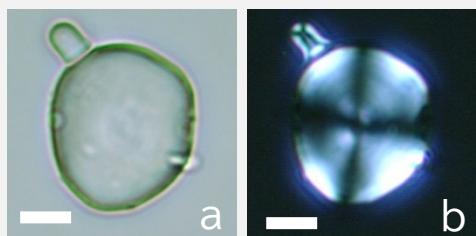
料紙研究のオープンサイエンス
—データの可視化・共有化から国際標準化へ

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年以上の研究の歴史
- ・ 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

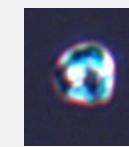
付着物は環境を探る手がかり
「植物を加工した」

人骨の歯石

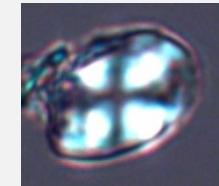


中国の遺跡(約7500~4000年前)から出土した人骨の歯

穀物や堅果類を食べた

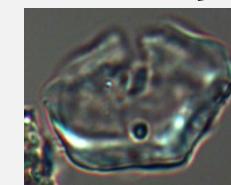


イネ属

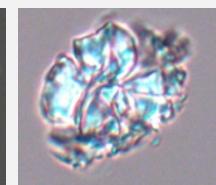


コナラ属

加熱調理した植物を食べた



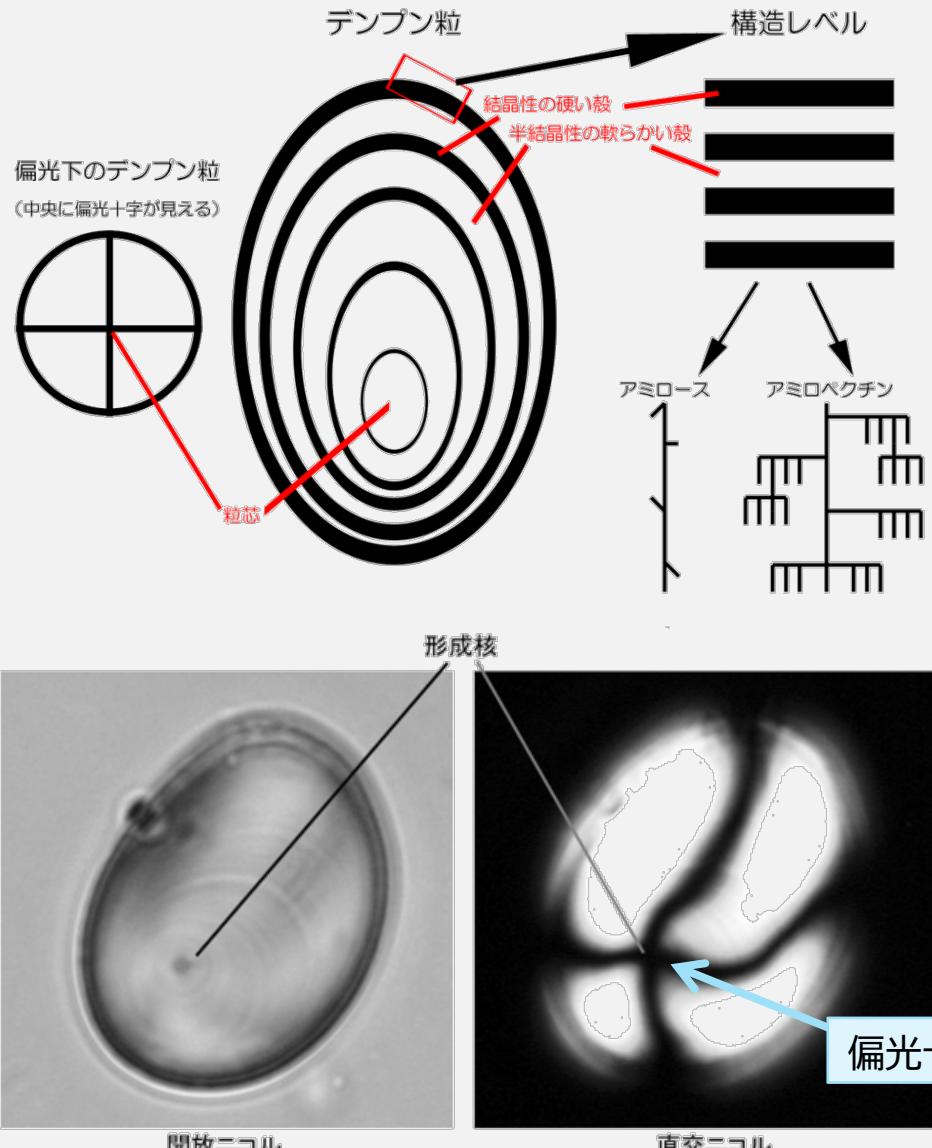
膨張



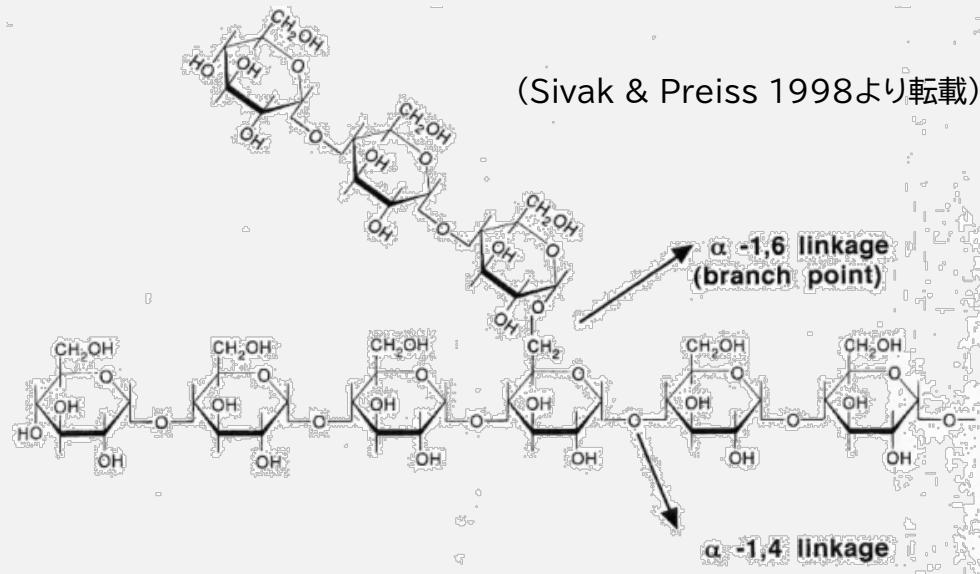
破碎

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

昨年の「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

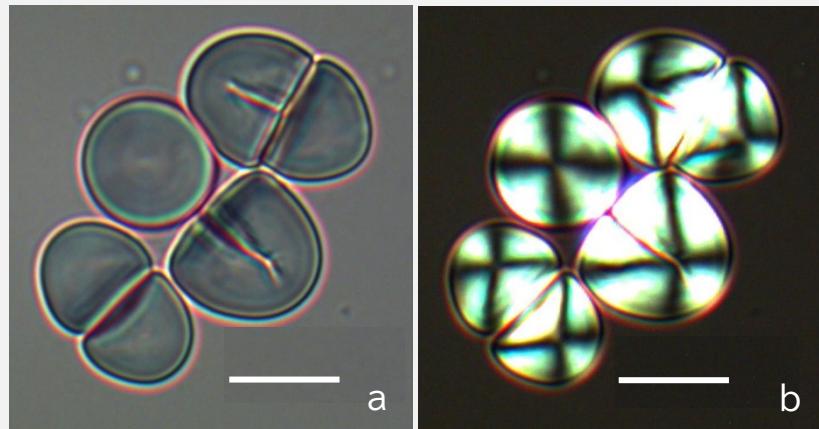


素材の植物はキヤッサバ *Manihot esculenta*



(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

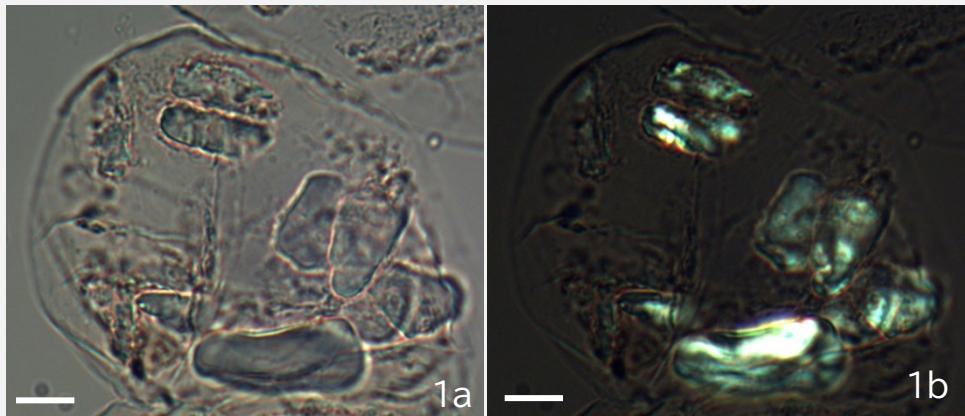
今年も「カラダ拡大」ドリンク流行…



バナナジュース



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

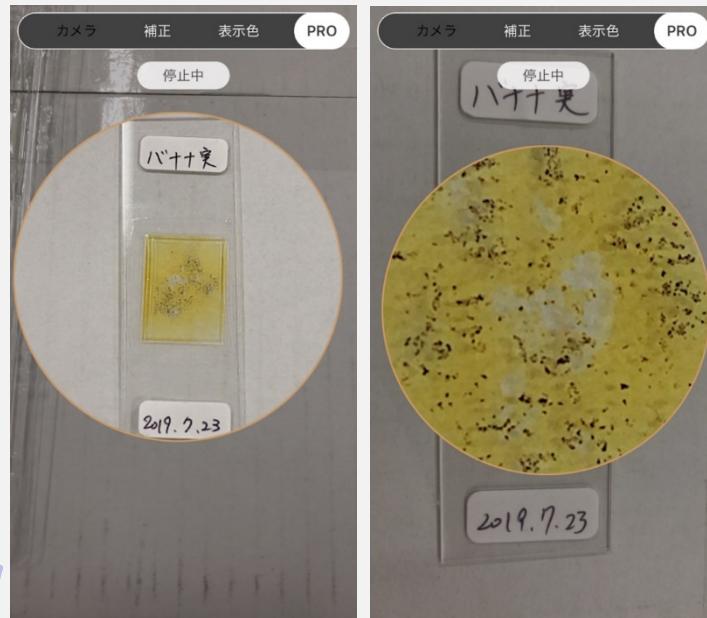
Go Yoshida

「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



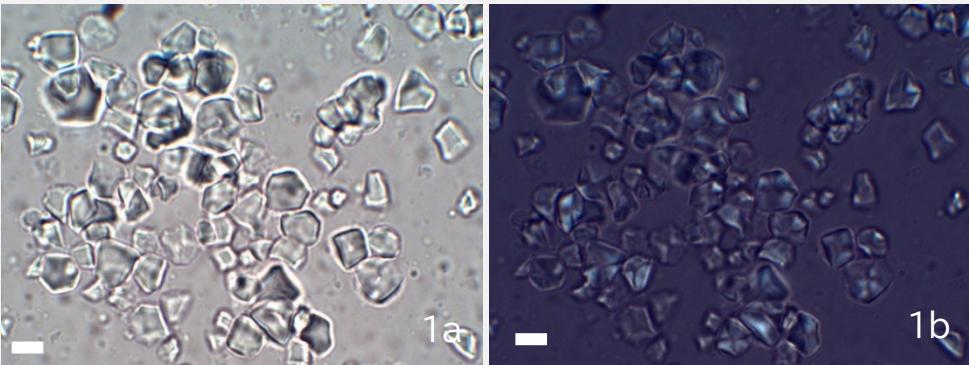
2a

2b

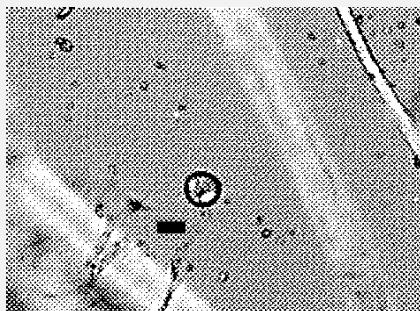
バーは $10\mu\text{m}$ (10/1000mm); x400; a:開放ニコル, b:直交ニコル

料紙に含まれるデンプン粒の候補

イネ(1000倍;スケールバーは5 μm)



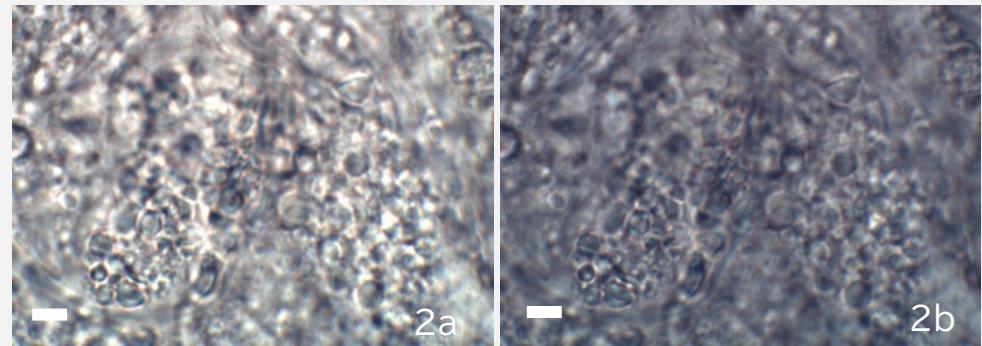
トロロアオイ



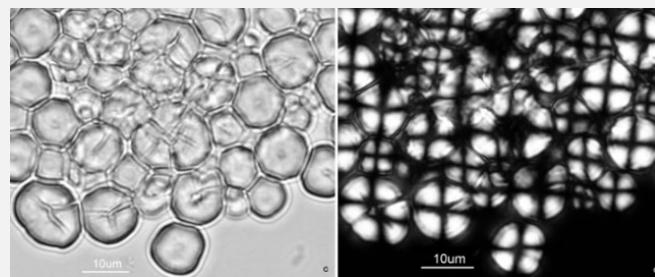
稻葉政満. 2002.「紙」『文化財のための保存科学入門』(京都造形芸術大学編), (株)飛鳥企画. 写真1より転載.
スケールバーは10 μm

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

ダイズ(1000倍;スケールバーは5 μm)



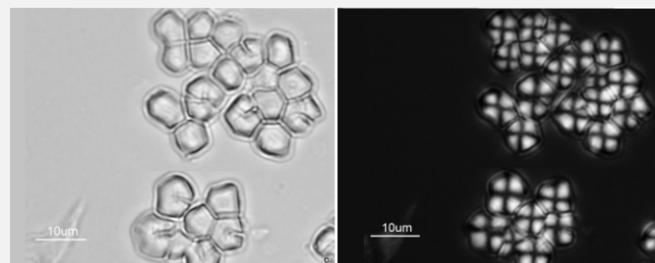
イネ以外の例:ヒエ



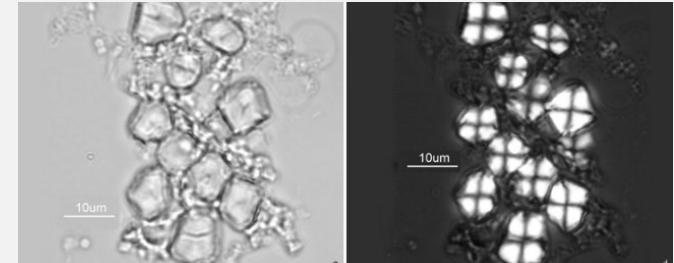
大橋有佳氏(元興寺文化財研究所)によるラマン分光分析では、豆糊はダイズの可能性が指摘される

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



既存の料紙研究における課題

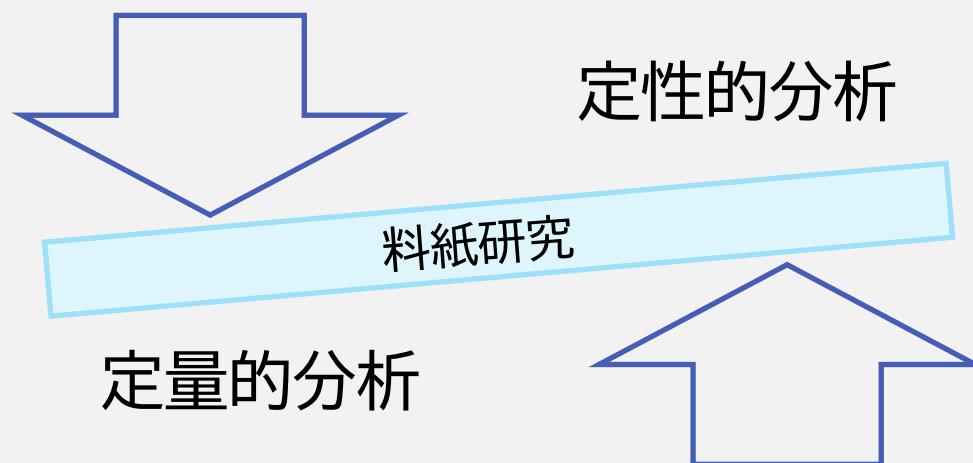
(1) 研究者の経験則による報告が多い

- 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 → 第三者の検証が困難

(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

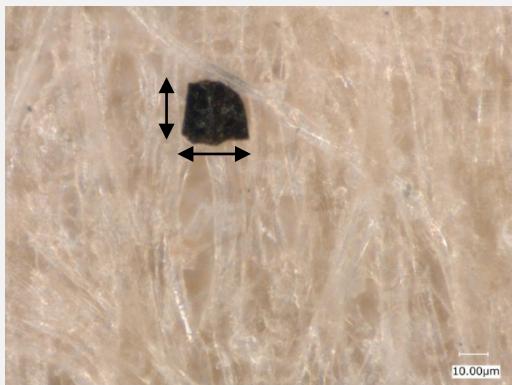
考古学・植物学の方法論を使おう

両分野の方法論

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

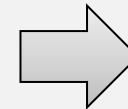
2. 料紙構成物の数値化(客観性・再現性)



サイズの計測

含有量の計数

1. 植物性物質の同定



デンプン粒から
イネと同定

3. 分析データの共有化

紙分析データ														
ファイル	表示	導入	表示形式	データ	ツール	アドオン	ヘルプ	紙分析-分析結果						
名	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	バージョン	
1	資料番号	資料名	資料詳細1	資料詳細2	発掘場	発掘日	測定範囲	分析ファイル名	倍率	撮影範囲X (cm)	撮影範囲Y (cm)	撮影範囲Z (cm)	撮影範囲W (cm)	
2	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	1/300x-1	300	3				
3	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	2/190x-2	100	3				
4	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	2/600x-2	600	3				
5	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	3/190x-3	100	7				
6	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	3/600x-3	600	7				
7	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	4/190x-4	100	15.6				
8	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	5/190x-5	100	15.6				
9	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	6/190x-6	100	15.6				
10	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	6/600x-6	100	3.5				
11	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	8/600x-8	500	3.5				
12	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	6/100x-6	1000	8.6				
13	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	7/190x-7	100	28.8				
14	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	8/190x-8	100	25.8				
15	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	9/190x-9	100	15.6				
16	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	10/190x-10	100	21				
17	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	10/290x-10	200	21				
18	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	10/600x-10	500	21				
19	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	11/190x-11	100	3.5				
20	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	11/290x-11	200	3.5				
21	H-63-415-10	後小切天茎遺存	真接接合部が見出される遺存	直近表面から二十六段階目まで	後二十五層	発古10	0730	12/190x-12	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)^{a,1}, Hsiao-Lei Liu (劉筱蕾)^{b,1}, Ximena Moncada^c, Andrea Seelenfreund^d, Daniela Seelenfreund^e, and Kuo-Fang Chung (鍾國芳)^{b,2}

^aDepartment of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University, Shoufeng, Hualien 97401, Taiwan; ^bSchool of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan; ^cCentro de Estudios de Zonas Áridas (CEAZA), La Serena 1720170, Chile;

^dEscuela de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Santiago 7500828, Chile; and ^eDepartment 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)

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	Magnification	Light (IR)	Notes
140	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-1	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
141	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-2	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
142	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-3	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
143	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-4	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
144	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-5	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
145	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-6	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
146	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-7	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
147	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-8	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
148	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-9	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
149	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-10	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-11	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-12	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-13	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
153	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-14	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-15	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-16	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-17	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	
157	132(129)-38720	近衛朝久・清麿	132(129)sakihisa	38720	sakihisa38720-18	2019/6/24	源の文庫	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1通	コフジ	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	Components total	Component total 2	Paper width (mm)	Paper width (cm)	Paper weight (g)	Area (cm²)	Quantity/Area	Quantity/Area × total	MR_Avg Quantity/Area	Starch-quantity (grain)	Starch-quantity (grain) total	Starch-quantity (Area)
1	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	1	15	42	62.2	19.65	2612.40	0.0057			0	0	0	0
2	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	2	18	42	62.2	19.65	2612.40	0.0069			0	0	0	0
3	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	3	34	42	62.2	19.65	2612.40	0.0091			0	0	0	0
4	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	4	29	42	62.2	19.65	2612.40	0.0111			0	0	0	0
5	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	5	21	42	62.2	19.65	2612.40	0.0057			0	0	0	0
6	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	6	19	42	62.2	19.65	2612.40	0.0059			0	0	0	0
7	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	7	22	193	62.2	19.65	2612.40	0.0081	0.0570	0.0024	0	0	0	0
8	131-351	伊勢守・清麿	date131-351	8	5	42	62.2	18.96	2650.16	0.0019			0	0	0	0
9	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	1	8	42	62.2	19.65	2650.16	0.0039			0	0	0	0
10	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	2	11	42	62.2	18.96	2650.16	0.0042			0	0	0	0
11	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	3	5	42	62.2	18.96	2650.16	0.0027			0	0	0	0
12	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	4	6	42	62.2	18.96	2650.16	0.0030			0	0	0	0
13	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	5	9	42	62.2	18.96	2650.16	0.0034			0	0	0	0
14	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	6	6	42	62.2	18.96	2650.16	0.0027			0	0	0	0
15	131-352	伊勢守・清麿	date131-352	7	15	62	42.2	18.96	2650.16	0.0057	0.0234	0.0023	0	0	0	0
16	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	8	16	37.1	58.9	14.41	2014.59	0.0074			0	0	0	0
17	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	9	21	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0104			0	0	0	0
18	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	10	17	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0084			0	0	0	0
19	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	11	21	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0074			0	0	0	0
20	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	12	17	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0074			0	0	0	0
21	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	13	23	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0074			0	0	0	0
22	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	14	27	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0074			0	0	0	0
23	131-353	伊勢守・清麿	date131-353	15	31	37.1	54.3	14.41	2014.59	0.0074			0	0	0	0
24	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	16	8	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0040			0	0	0	0
25	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	17	13	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0045			0	0	0	0
26	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	18	6	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0040			0	0	0	0
27	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	19	16	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
28	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	20	23	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
29	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	21	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
30	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	22	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
31	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	23	15	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
32	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	24	21	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
33	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	25	27	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
34	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	26	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
35	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	27	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
36	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	28	15	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
37	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	29	21	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
38	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	30	27	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
39	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	31	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
40	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	32	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
41	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	33	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
42	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	34	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
43	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	35	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
44	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	36	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
45	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	37	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
46	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	38	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
47	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	39	37	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
48	131-354	伊勢守・清麿	date131-354	40	31	37.5	53.5	12.73	1993.26	0.0039			0	0	0	0
49	131-354	伊勢守・清麿														

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2) 撮影箇所の数値による記録



一紙の縦横(XY)で記録

撮影1) 一紙6~8箇所選択



撮影3) 基本は透過光・偏光を使用

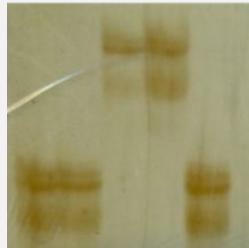


紙にあわせて反射／透過、偏光度を設定

成果を共有・公開



Tad3



DNAバイオマーカー

事例数の拡充と分析結果の国際標準化

ID	Catalogue number	Resource name	Photo name	Component outline	Starch-quantity (grain)	Starch-type Oryza	Starch-type Cereals	Starch-type Abelmoschus	Starch-type Hydrangea	Starch-type Others	Starch-type Glue	Minerals
2	uesugi-1	豊臣秀吉朱印状	toyotomi329-1	デンブン粒5.表面薄 細胞壁13	5	0	0	0	0	5	0	0
3	uesugi-1	豊臣秀吉朱印状	toyotomi329-2	細胞組織断片18.細胞片2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	uesugi-1	豊臣秀吉朱印状	toyotomi329-3	デンブン粒69.細胞組織断片18.細胞片2.壁13	69	69	0	0	0	0	0	0
5	uesugi-1	豊臣秀吉朱印状	toyotomi329-4	デンブン粒45.細胞壁12	45	45	0	0	0	0	0	0
6	uesugi-1	豊臣秀吉朱印状	toyotomi329-5	デンブン粒15.細胞組織断片2.壁15	15	15	0	0	0	0	0	0
7	uesugi-1	豊臣秀吉朱印状	toyotomi329-6	細胞組織断片16.細胞片1.壁20	0	0	0	0	0	0	0	0
8	uesugi-2	豊臣秀吉朱印状	toyotomi330-1	デンブン粒33.細胞組織断片17.壁53	53	53	0	0	0	0	0	0
9	uesugi-2	豊臣秀吉朱印状	toyotomi330-2	細胞組織断片10.壁54	0	0	0	0	0	0	0	0
10	uesugi-2	豊臣秀吉朱印状	toyotomi330-3	デンブン粒28.細胞組織断片16	28	0	0	0	0	0	0	0
11	uesugi-2	豊臣秀吉朱印状	toyotomi330-4	細胞組織断片13.デンブン粒20.壁20	20	0	0	0	0	0	0	0

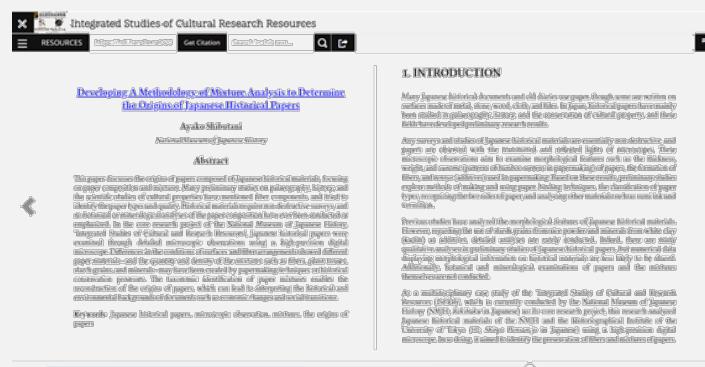
出版済データはGit
で公開(情報セン
ターへ同時提供)

分析結果を情報基盤システムへ入れる

国際的な情報基盤システム



機関データベース



(Hi-CAT Plus検索画面)

2020年10月までの研究成果

松尾大社社蔵史料



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
30号で成果の一部を報告

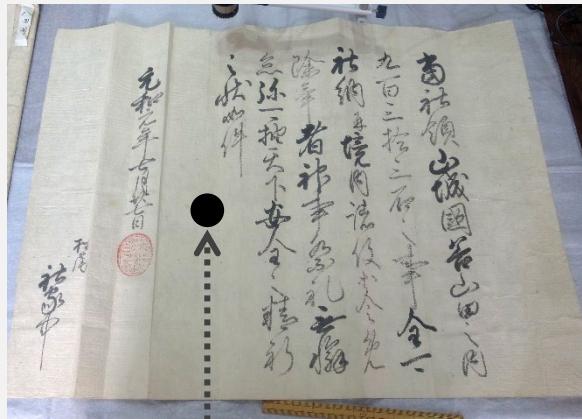
陽明文庫所蔵史料



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

査読付学術誌へ投稿予定

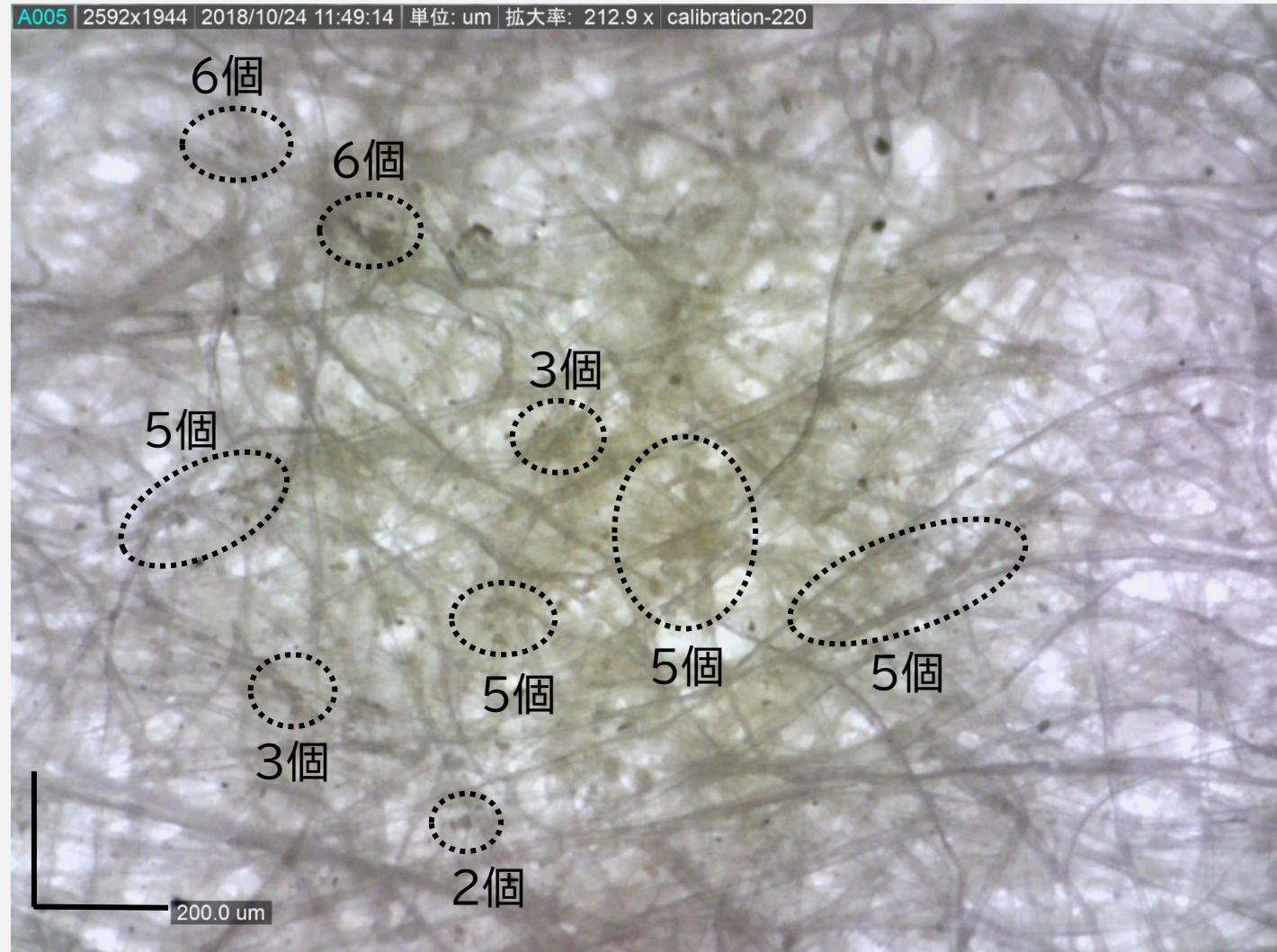
松尾大社社蔵史料 273「徳川家康朱印状」



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

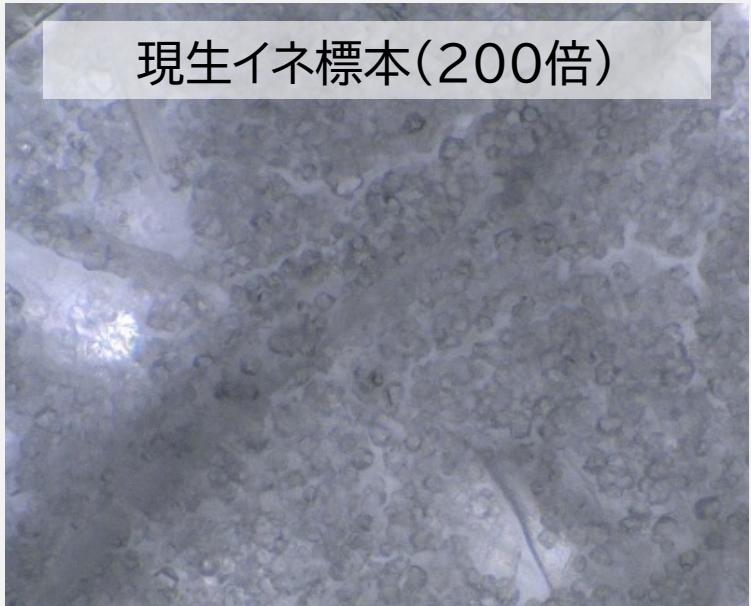
デンプン粒を見慣れて
いないと同定は難しい
かも…



コウゾ, 透過光で撮影(次のスライドは左下を拡大)

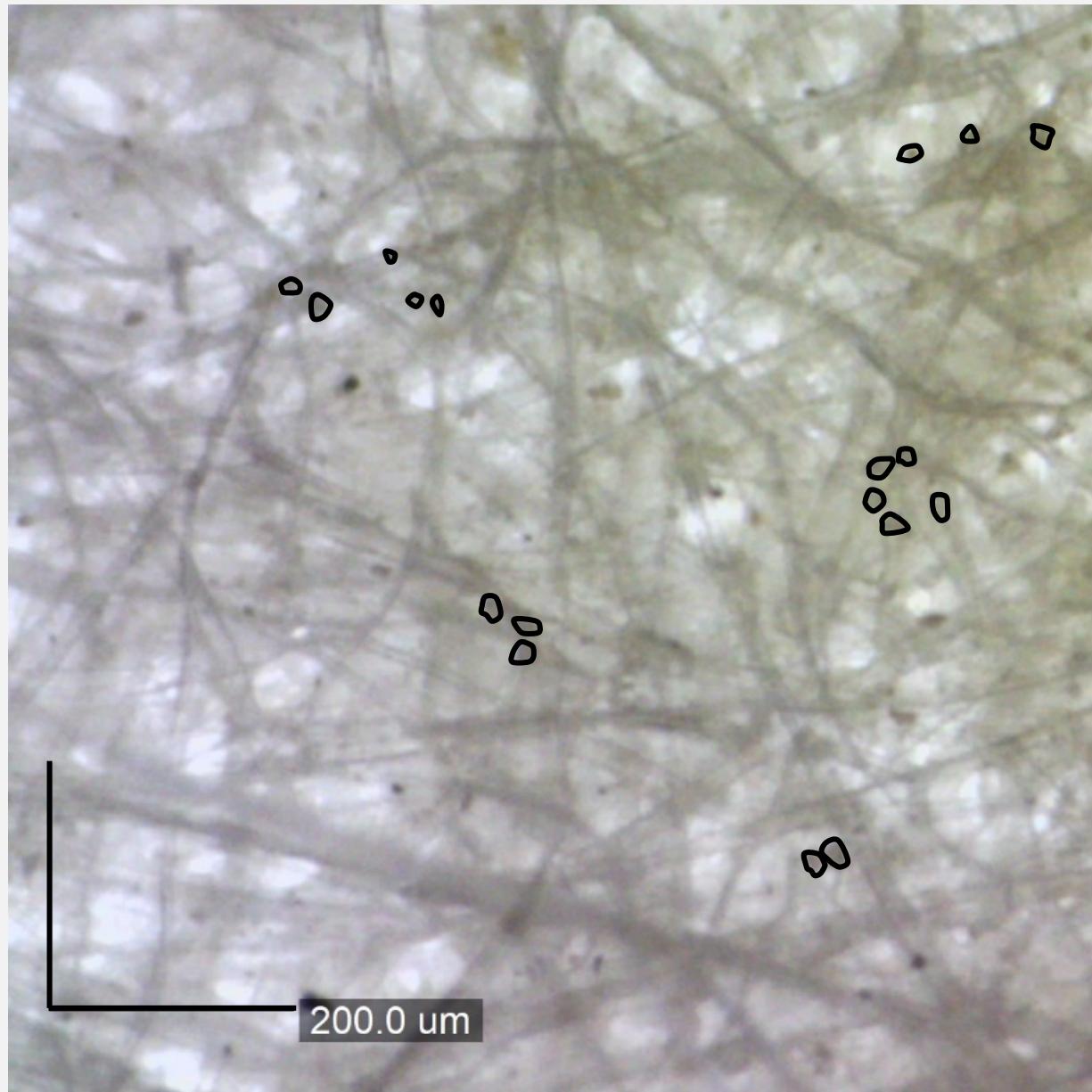
イネのデンプン粒はこんな形態

現生イネ標本(200倍)

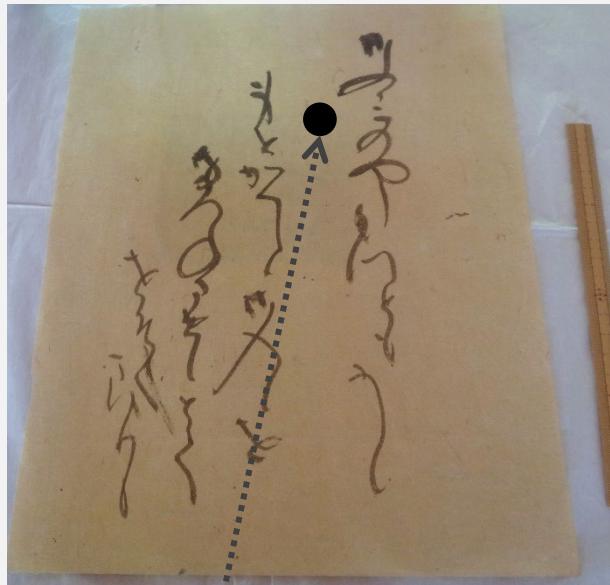


- ・ 同定時は画像を拡大して、縦径・横径(偏光十字)を計測
- ・ 偏光十字の確認は困難だが、六角形、粒径範囲6.57～9.795 μm、コウゾ纖維に絡んだ状態

>> イネと同定

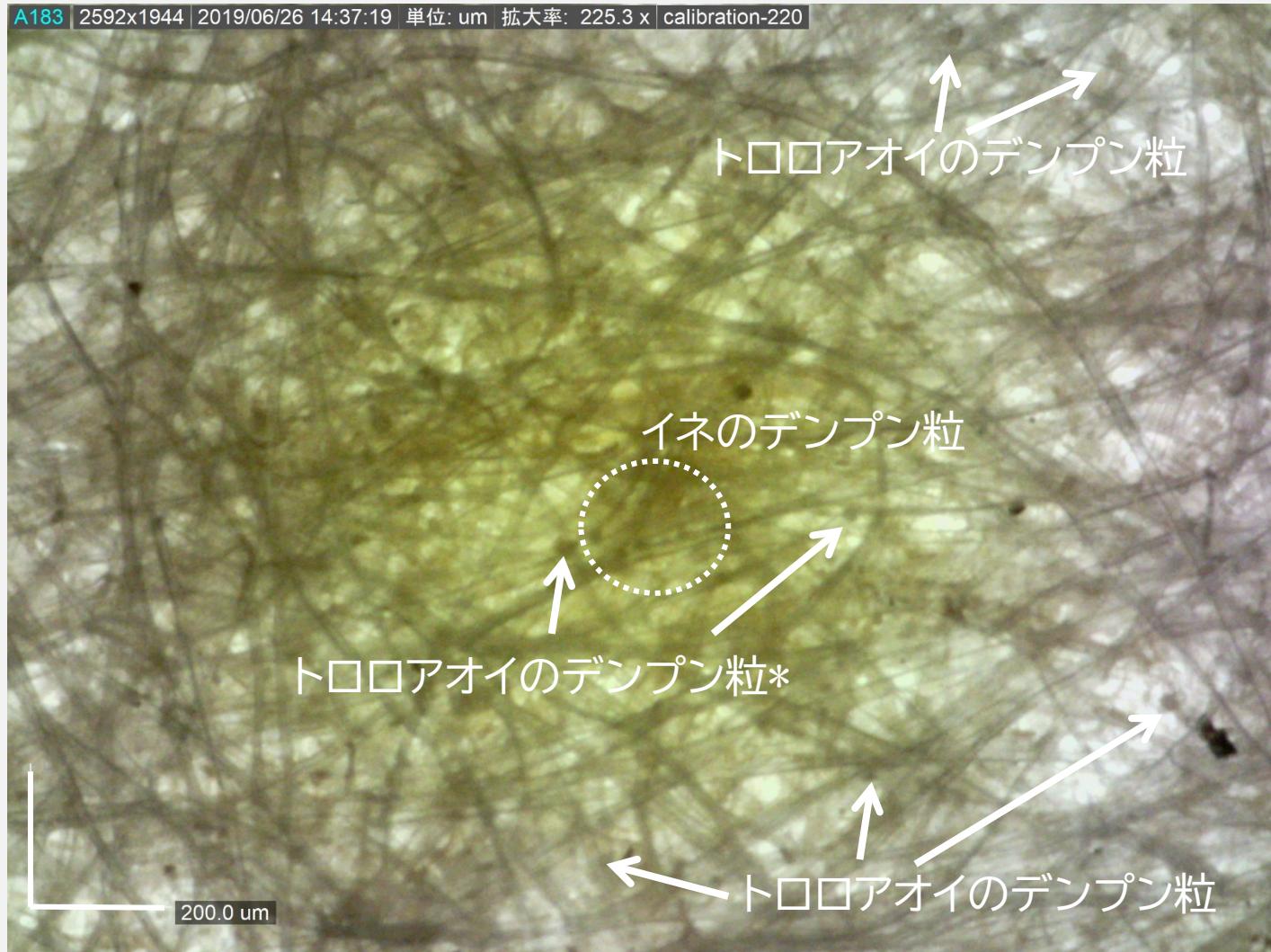


陽明文庫所蔵史料 47-2372「近衛信尹消息」



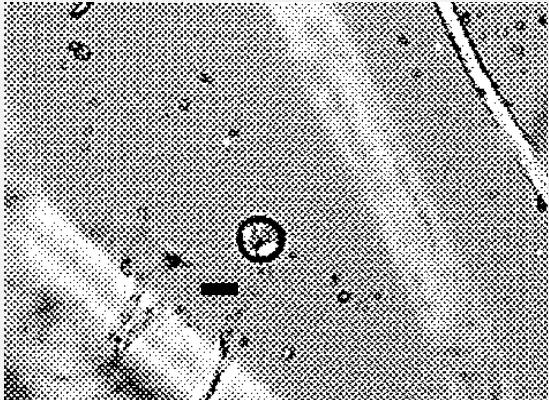
撮影箇所:
右から11.5cm, 下から
8.3cm(コウゾ, 透過光)

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



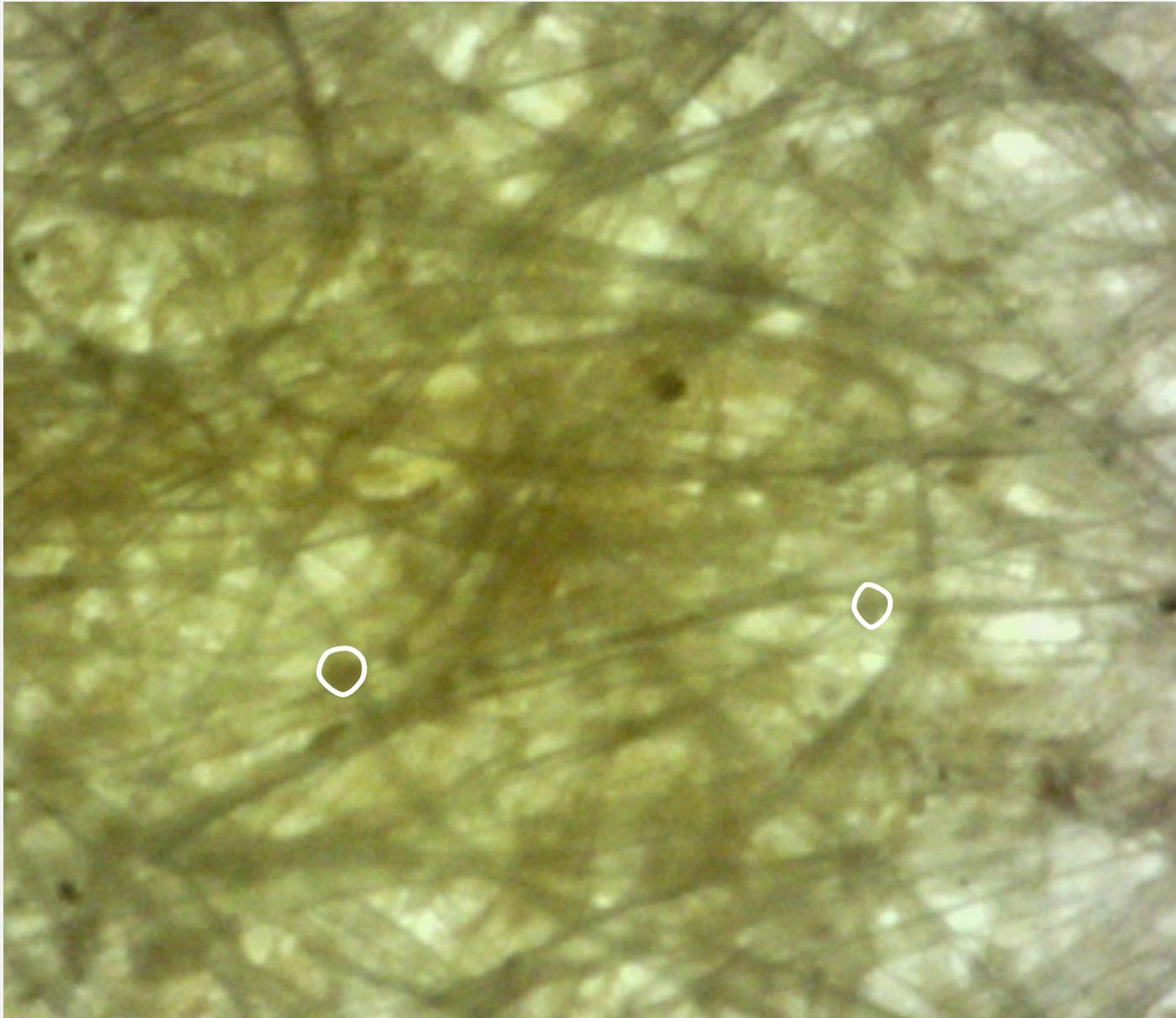
コウゾ, 透過光で撮影(次のスライドは*の箇所を拡大)

トロロアオイのデンプン粒はこんな形態

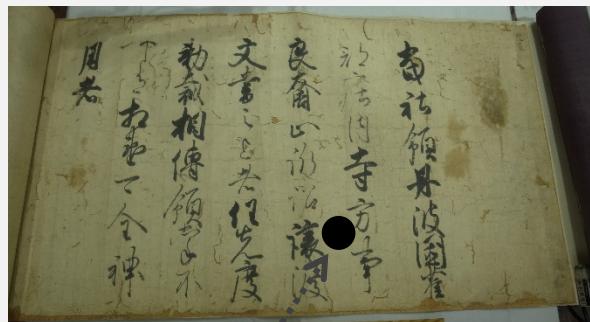


稻葉政満. 2002.「紙」『文化財のための保存科学入門』(京都造形芸術大学編), (株)飛鳥企画. 写真1より転載.
スケールバーは $10\text{ }\mu\text{m}$

- ・ 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
 $9.893\sim25\text{ }\mu\text{m}$
>> トロロアオイと同定

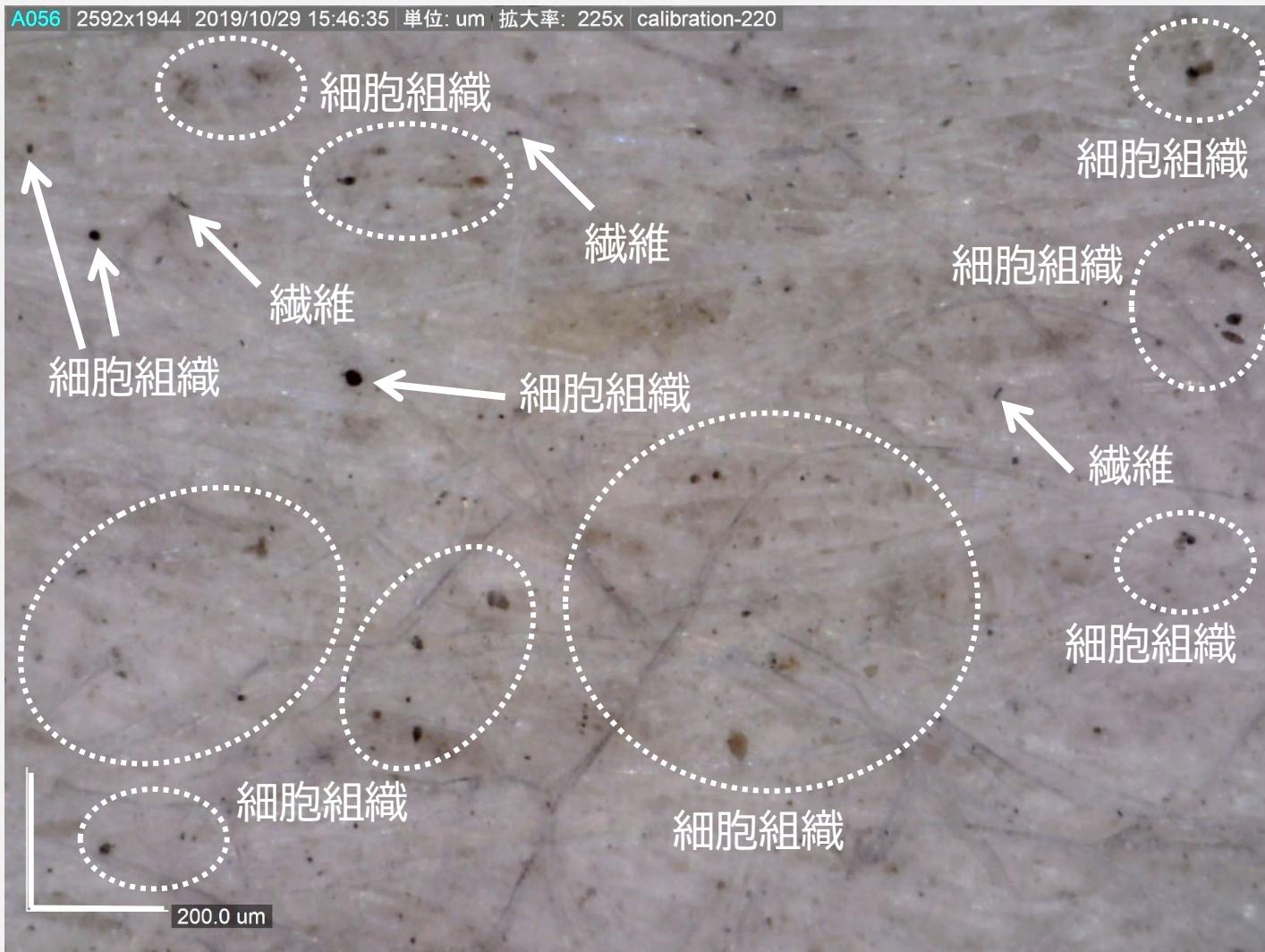


松尾大社社蔵史料 12「光巖院院宣」



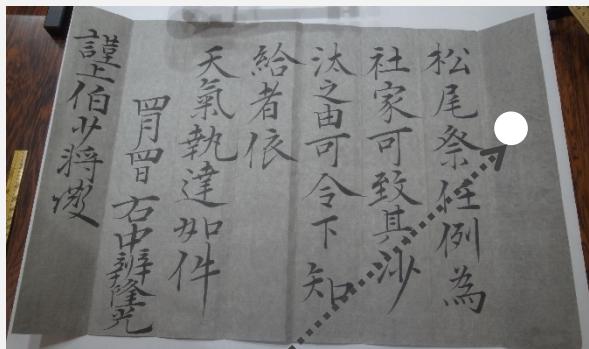
撮影箇所:
右から26.0cm, 下から
9.7cm

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)

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

画像内で茶色鉱物(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



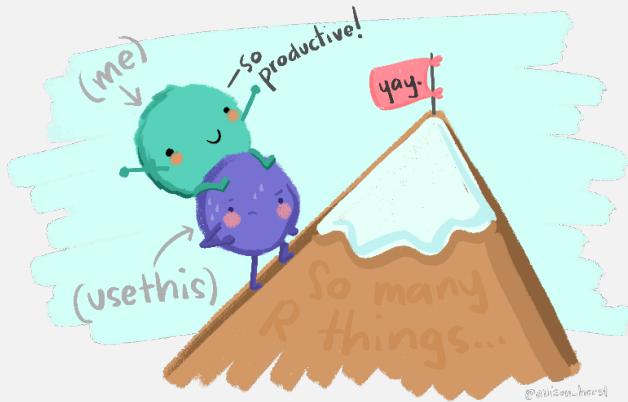
宿紙, 透過光で撮影

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

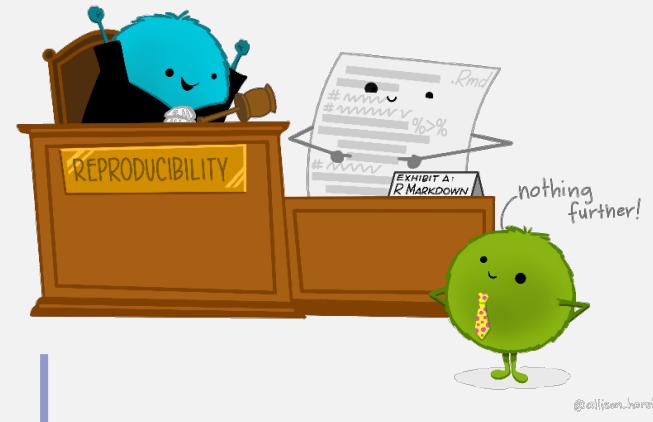
統計解析環境R／RStudio

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) 料紙サイズと構成物の量の相関?(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」

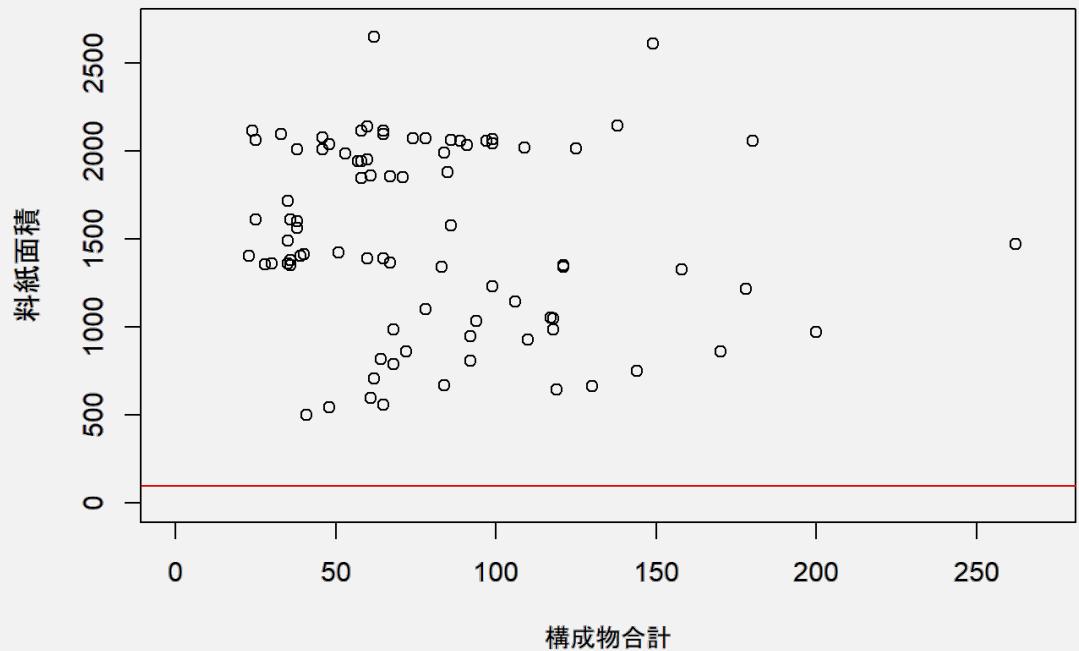
相関係数=-0.186486

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

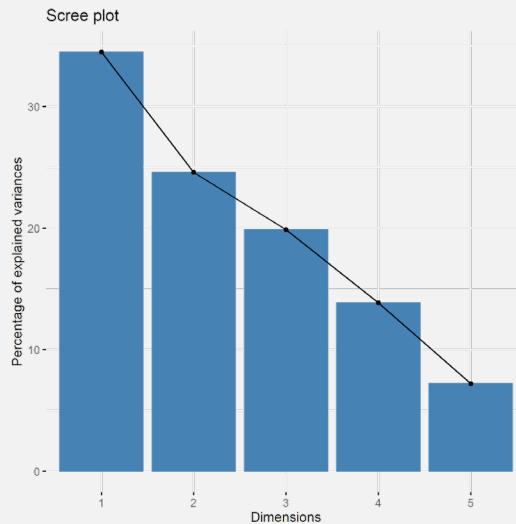
- 有意水準0.05(5%)より大きい
- 「料紙面積」と「構成物の量」の間に有意な相関がない



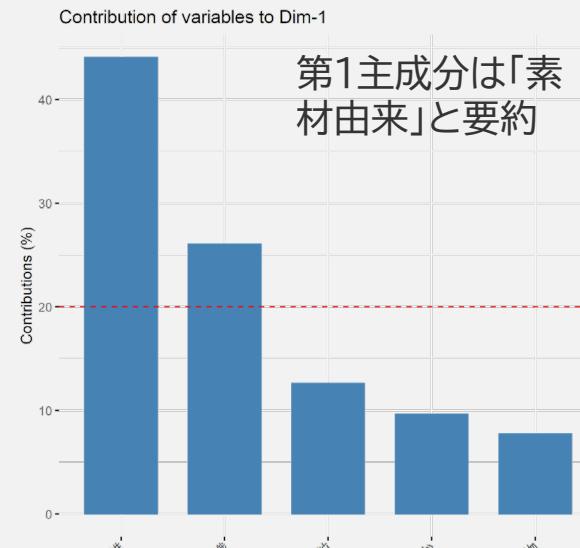
「相関はない」ことが統計的に実証された

(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)

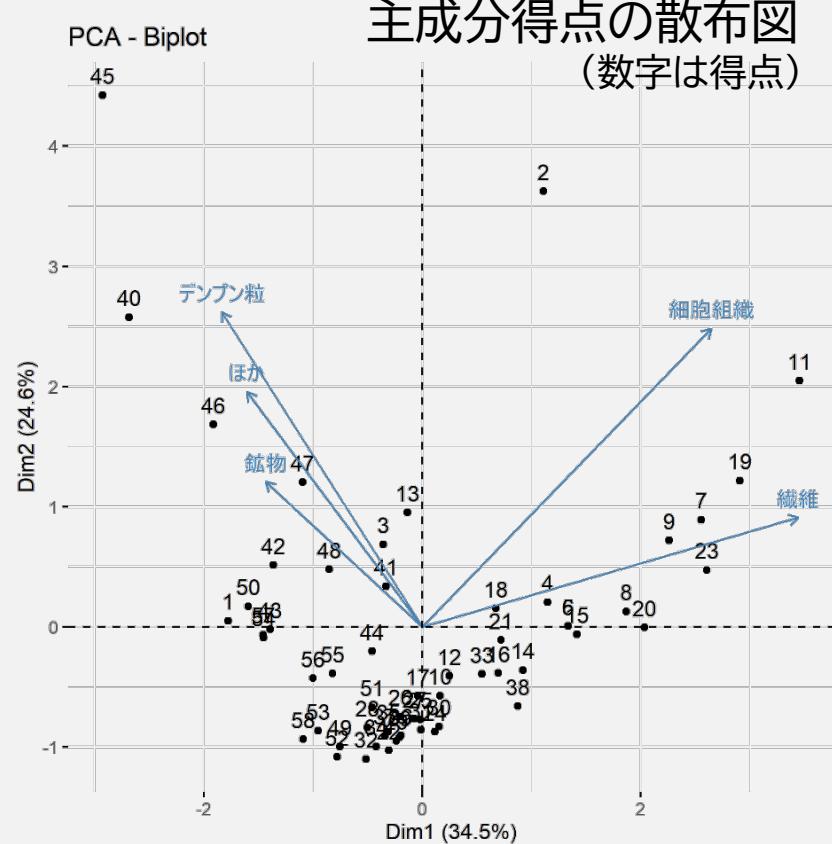


第1主成分が34%超、第2主成分と合わせて90%近い



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

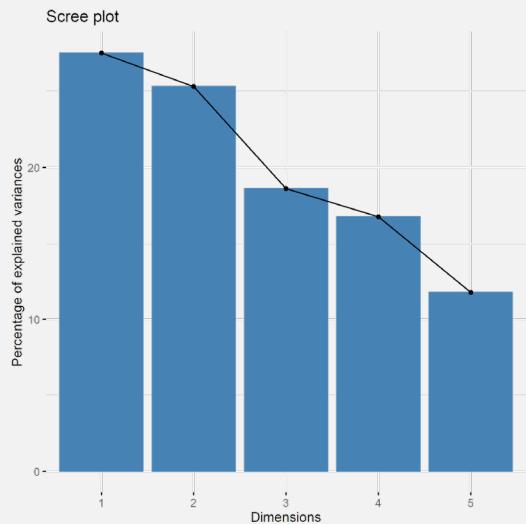


同じ変数の意味を示す2つに分かれる

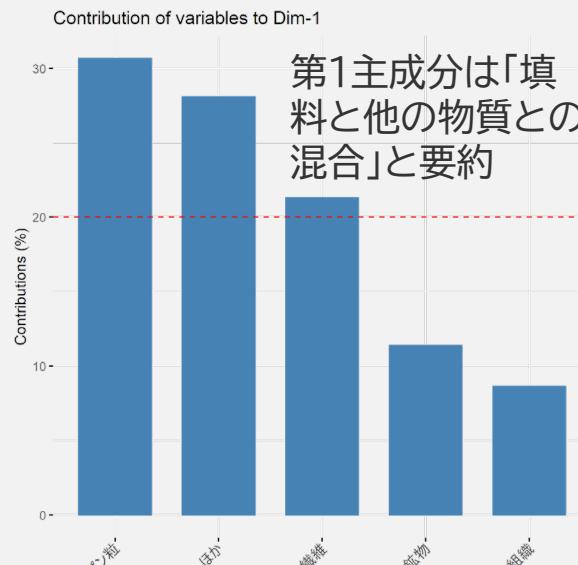
- 細胞組織と纖維は素材由来を示す
- デンブン粒・鉱物・ほかは填料を示す

(2) 構成物全体の特徴は？(主成分分析)

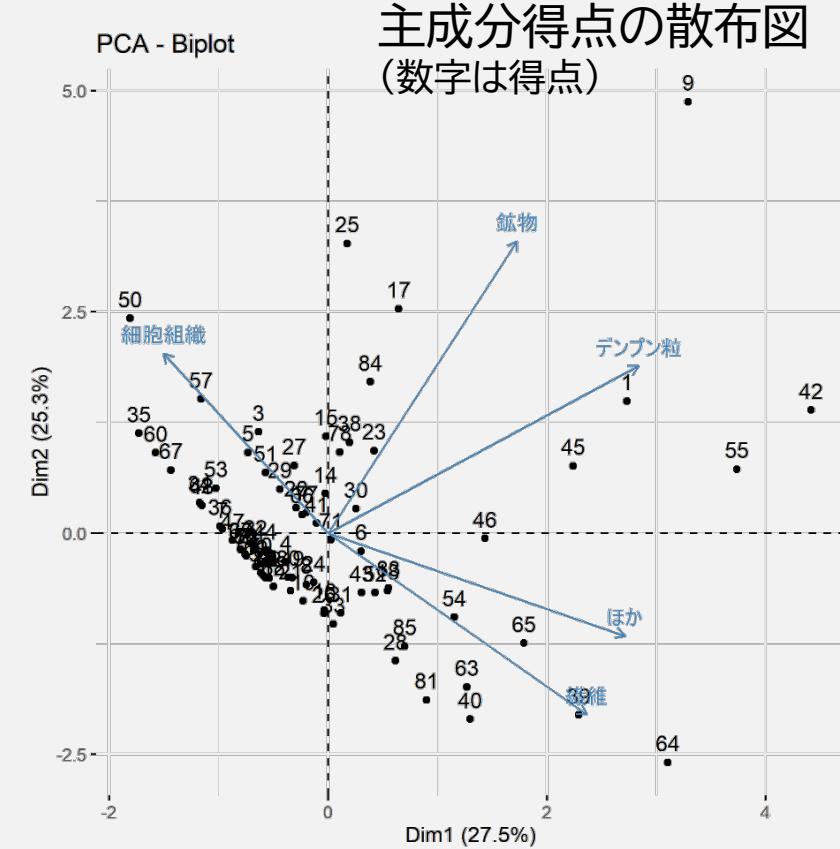
陽明文庫所蔵史料(コウゾのみ抽出)



第1主成分が27%超、第2主成分も合わせると80%近い



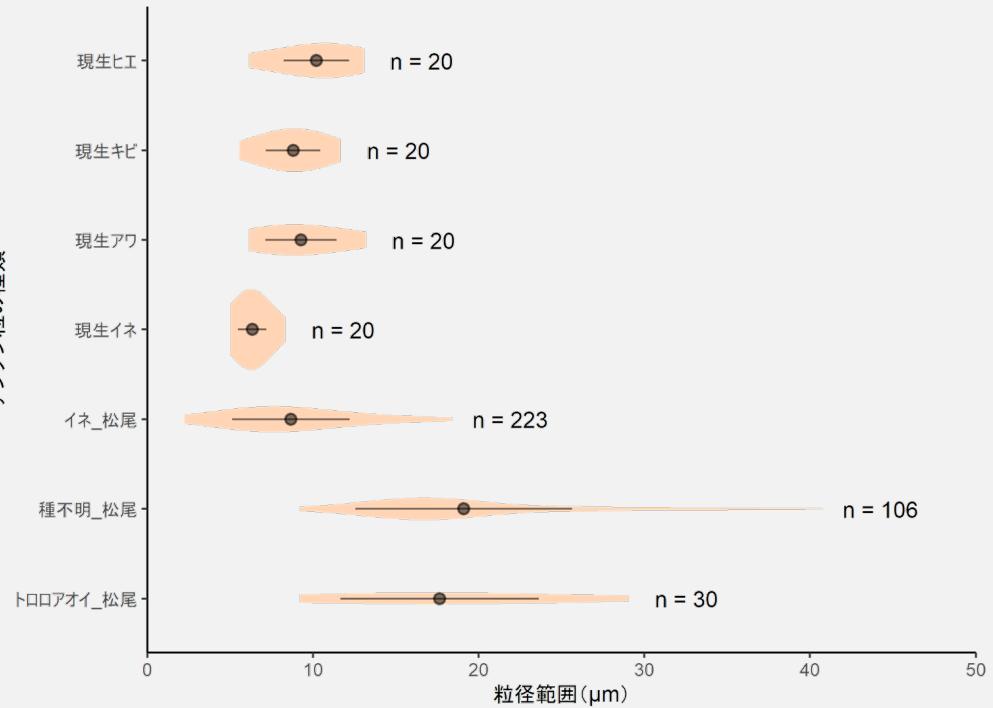
第1主成分は「填料と他の物質との混合」と要約



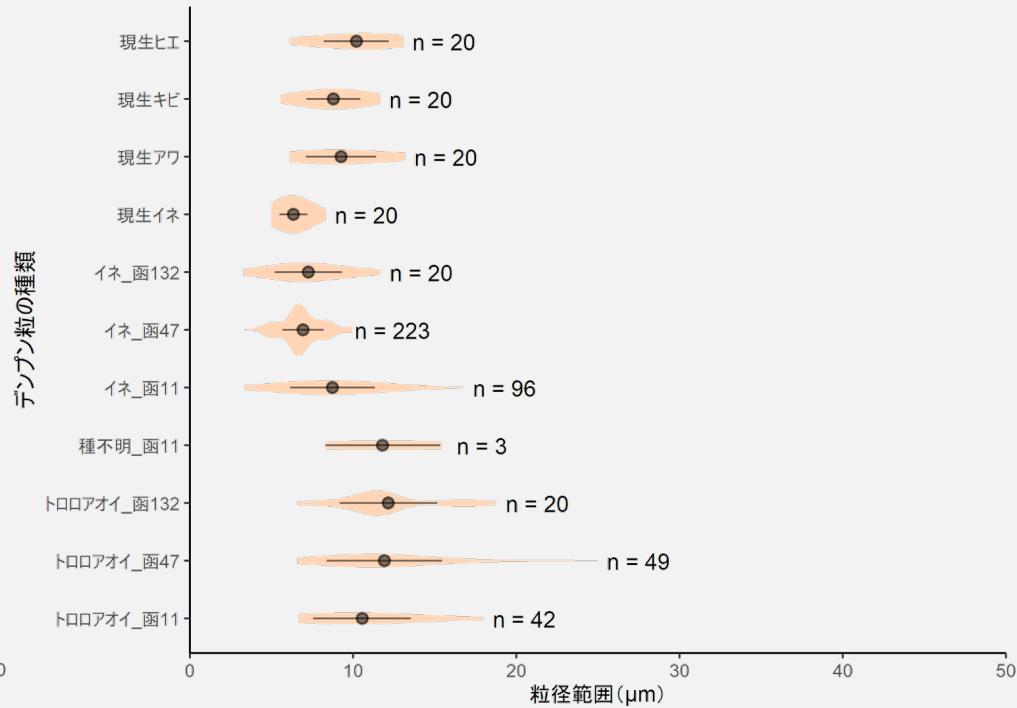
- デンプン粒と鉱物は填料
- 細胞組織, 繊維・ほかは異なる変数をもつ(素材由来だけではない)

(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



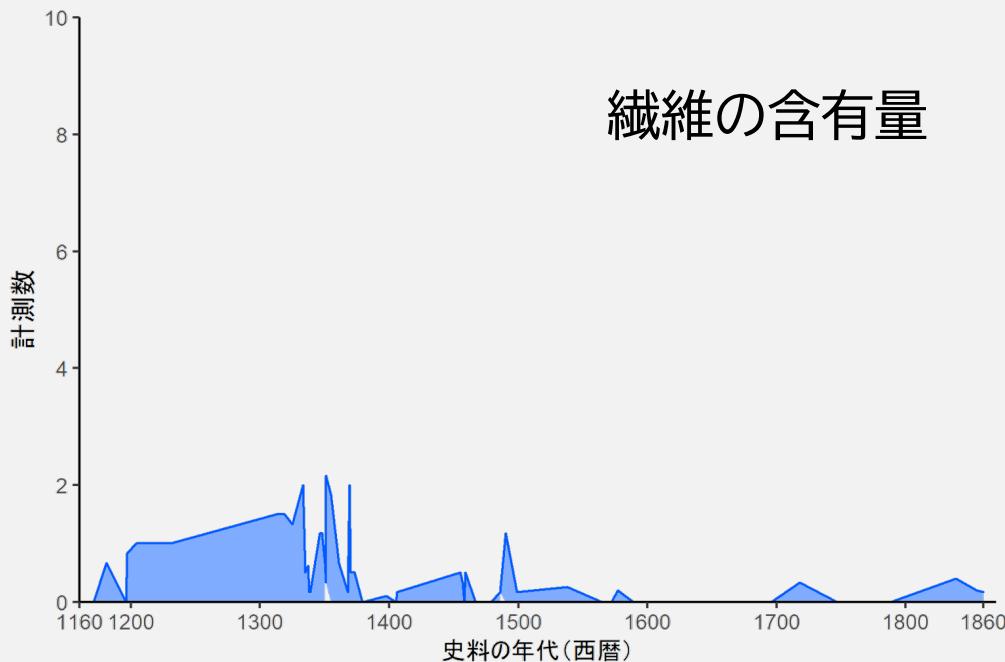
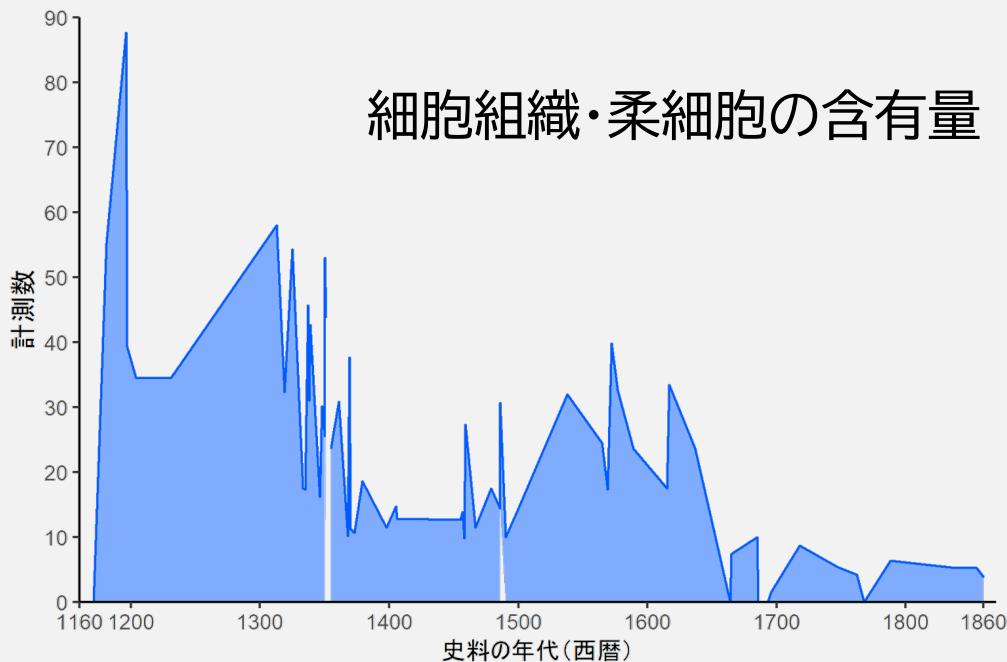
料紙のデンプン粒は粒径の分散が大きい

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)

実施したコードや解析結果は<https://github.com/ashibuta/HI-CDPS_MTG20201012.git>で公開しています

(4) 構成物量の変化はある？(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

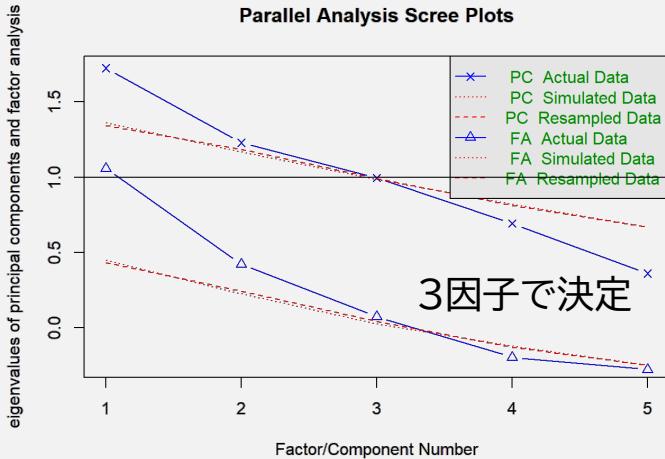
- 目録番号86「室町幕府奉行人連署奉書」が増加のピーク、以降は減少
- 目録番号26「徳川家綱朱印状」以降に減少が顕著

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？

実施したコードや解析結果は<https://github.com/ashibuta/HI-CDPS_MTG20201012.git>で公開しています

(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

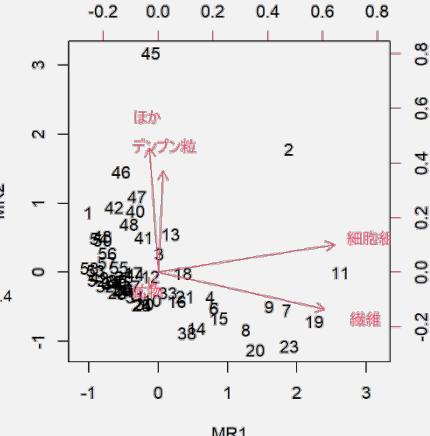
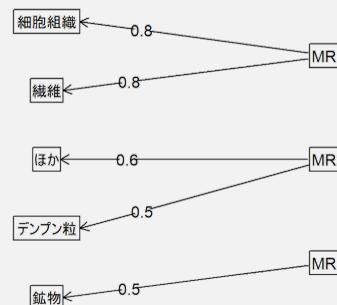
バリマックス解

	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

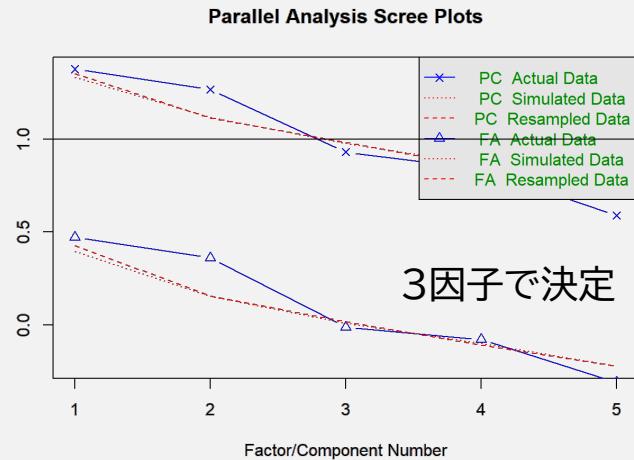


細胞組織－纖維, デンプン粒－鉱物－ほかが相関関係をもつ

(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

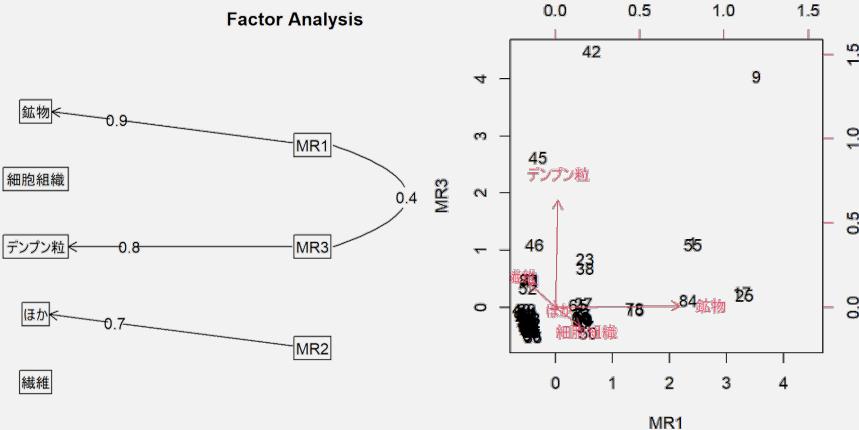
バリマックス解

	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



相互連関

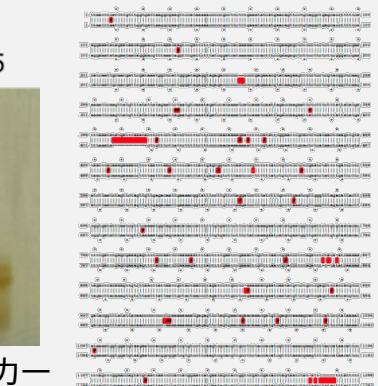
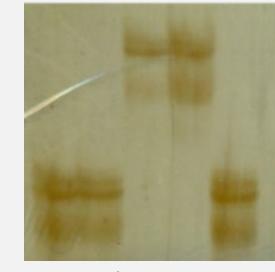
構成物の分析



DNA分析による成分特定

Tad3

1 2 3 4 5



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



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

