

令和3年12月20日

令和3年度文化審議会文化財分科会企画調査会（第4回）

**文化財修理に用いる特殊な技術や原材料についての
自然科学的手法による検証**

東京大学 大学院農学生命科学研究科
生物材料科学専攻 木材物理学研究室
教授 斎藤 幸恵

文化財修理に用いる特殊な技術・用具、原材料について自然科学的手法による検証 暗黙知から形式知へ

調査事例	調査母体	手法	検証結果	期待される波及効果
① 漆は国産が適か	公社国土緑化推進機構 緑と水の森林ファンド事業 (一社)文化遺産を未来につなぐ森づくり会議	文献調査から推論		
② 檜皮は荒皮よりも黒皮が上質か	科学研究費補助金 プロジェクト 代表：山本博一教授	現物の物性測定	それは本当か？ なぜそうなのか？ 社会的認知の向上 ↓ 支持・支援を得やすくなる	
③ 原皮師が檜皮を剥けば、木材の品質は低下しないか		樹木成長の指標から推論 ・ 現物の物性測定		

事例① 文献調査 「文化財修復用途の漆は国産が適か」

背景

国産漆の生産量と自給率の推移



資料：林野庁「特用林産基礎資料」

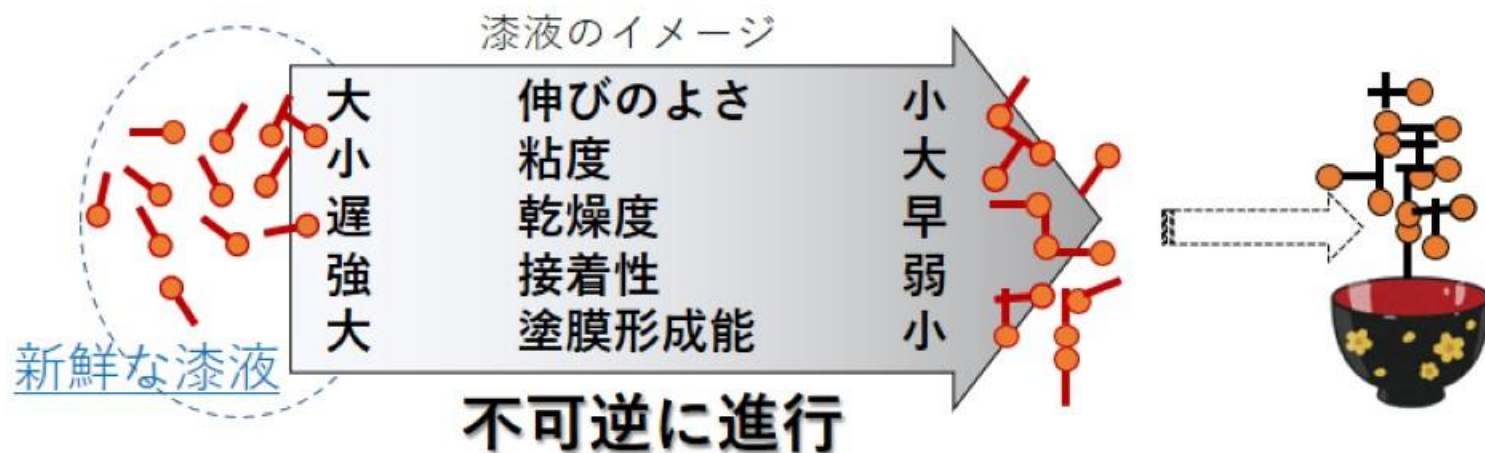
文化庁 「2018より国宝・重要文化財建造物の修復には、下地を含む全工程で国産漆を使用」 するよう各都道府県教育委員会に通知 (2013)

検証 ①塗り職人の証言

⇒ (A) 塗りの作業段階での接着性 (B) 仕上がり後の劣化度合い

②漆液の硬化メカニズム

生育環境、採取季節、掻き・輸送・保管の方法、時間経過…



鮮度の高い樹液で品質を多様に振れる

公益社団法人 国土緑化推進機構「緑と水の森林ファンド」中央事業
「伝統的な木造建造物を生かした地域活性化」調査報告書(平成30年6月)

事例②物性測定

檜皮は荒皮よりも黒皮が上質か

背景

屋根師口伝

荒皮△初回樹皮

黒皮○再生樹皮

仮説

A樹皮更新？

B樹脂分泌の
活性化？

均質性

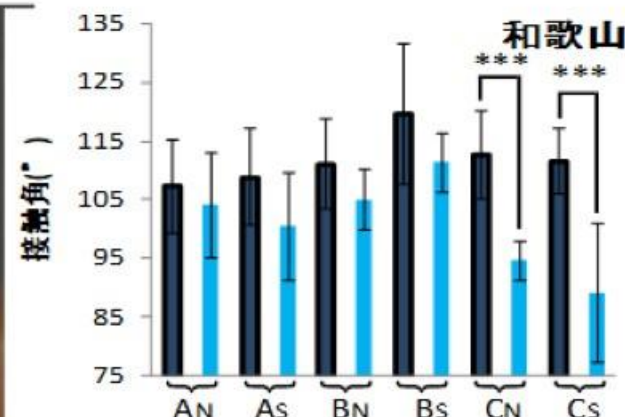
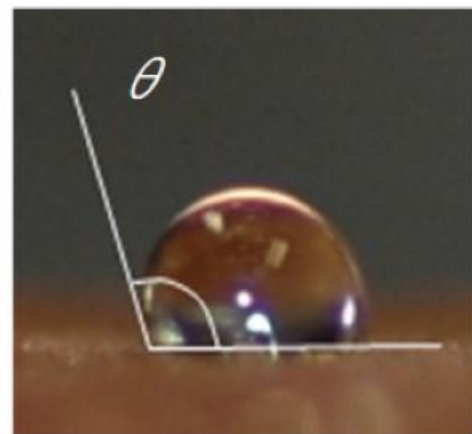
柔軟性

寸法安定性

撥水性

耐水性

検証



結果

黒皮のほうが**荒皮**よりも、●浸水時の含水率値のばらつきが少ない、
●接触角が大きい（水をよくはじく）、●表面粗さが小さい（表面が緻密）、
●エタノールベンゼン抽出物が多い（樹脂成分が多く撥水化）。
黒皮が葺き材の要求性能をより満たしていた。

2012年第63回日本木材学会大会、斎藤幸恵，下方広介，佐藤雅俊，内海泰弘，古賀信也，山本博一，門松昌彦，坂野上なお，
檜皮における初回剥皮樹皮「荒皮」と2回目以降剥皮樹「黒皮」の物性比較—水分挙動の違いとその要因に関する検討

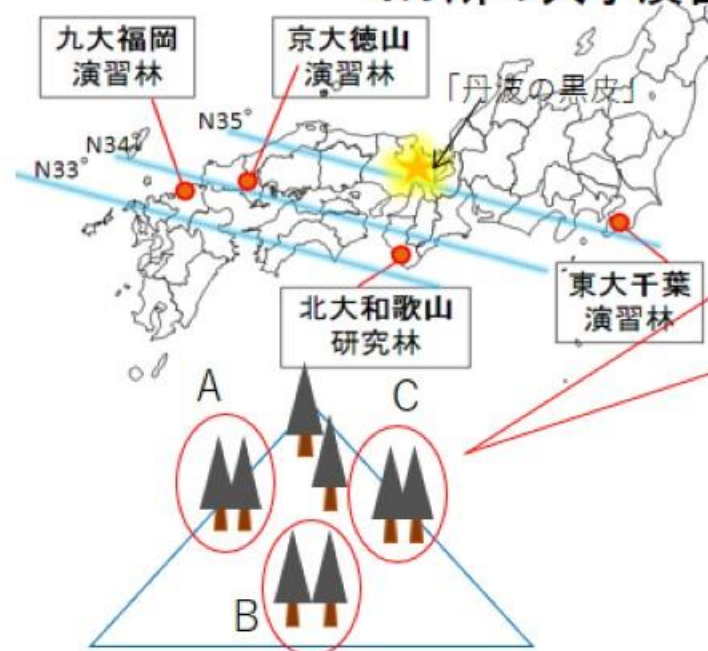
事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定

原皮師が檜皮を剥けば、木材の品質は低下しないか

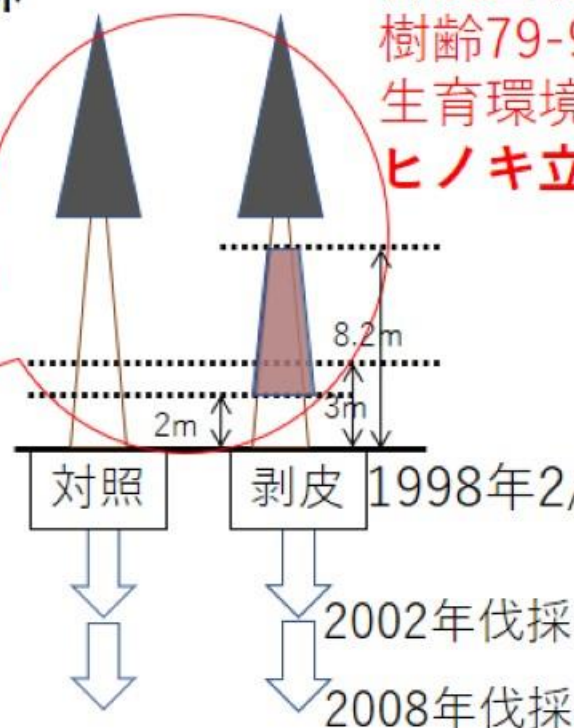
背景

文化財修復のための檜皮が逼迫。樹齢80年からのヒノキが必要。
剥皮が木材の材質を劣化させる危惧から、提供を受けにくい。

4カ所の大学演習林



各演習林にて
樹齢79-98年
生育環境・胸高直径の近い
ヒノキ立木ペア10組を選定



科学研究費補助金14209005 (2002-2004 基盤A 山本博一代表) 「木造建造物文化財の修理用資材確保に関する研究」、科学研究費補助金17200051 (2005-2007 基盤A 山本博一代表) 「文化的価値のある伝統的木造建造物を維持するための植物性資材確保の基礎的要件の解明」



事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定

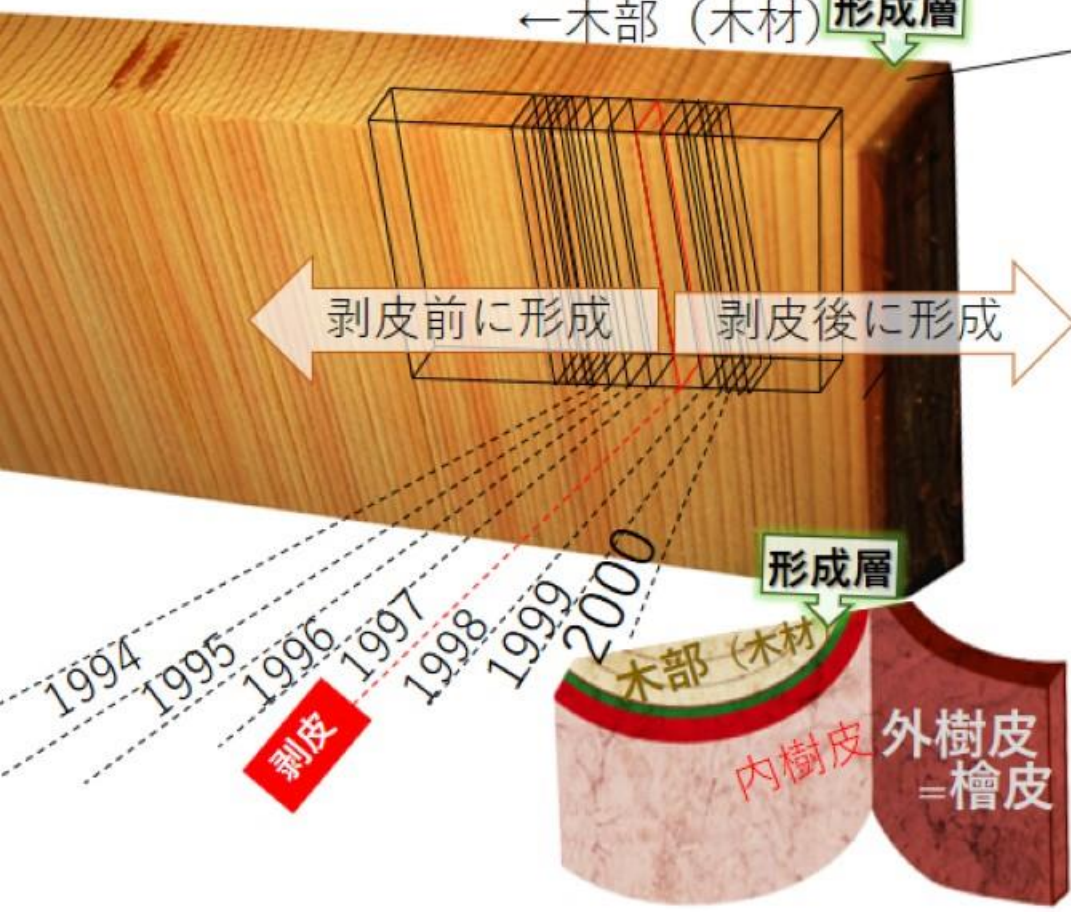


今年できた
昨年できた
←木部 (木材) 形成層

内樹皮

外樹皮

仮説 「形成層細胞が傷つかなければ
木材の形成には影響しない」



剥皮前に形成

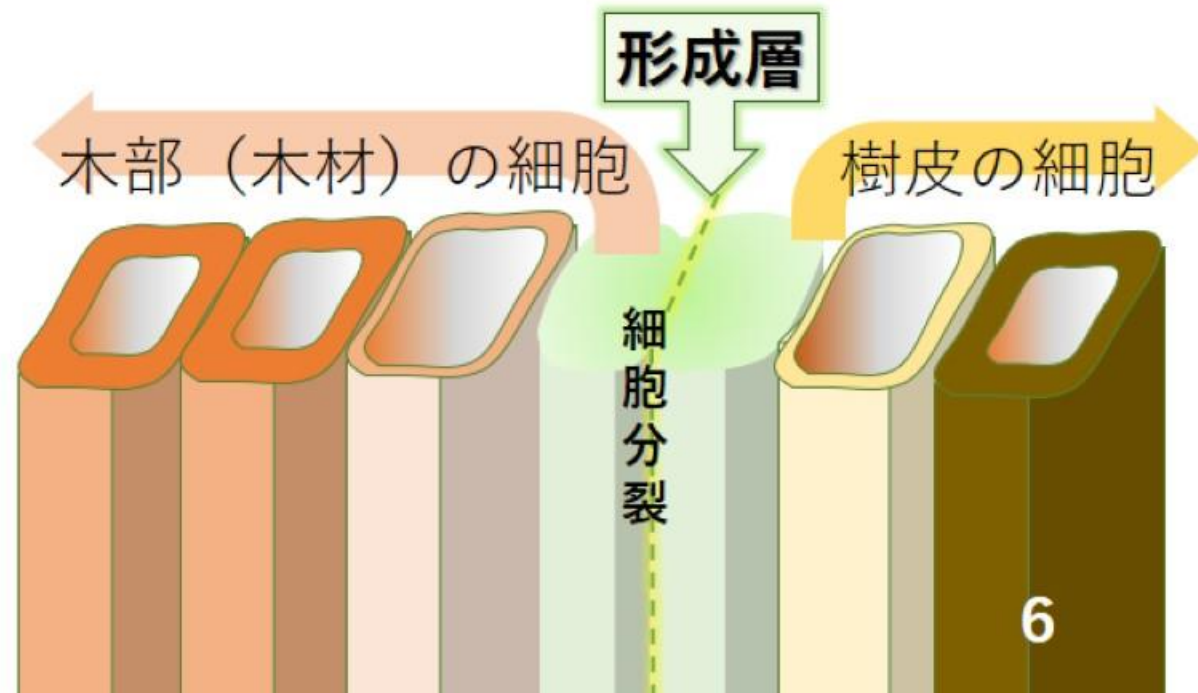
剥皮後に形成

形成層

木部 (木材)

内樹皮

外樹皮
= 檜皮



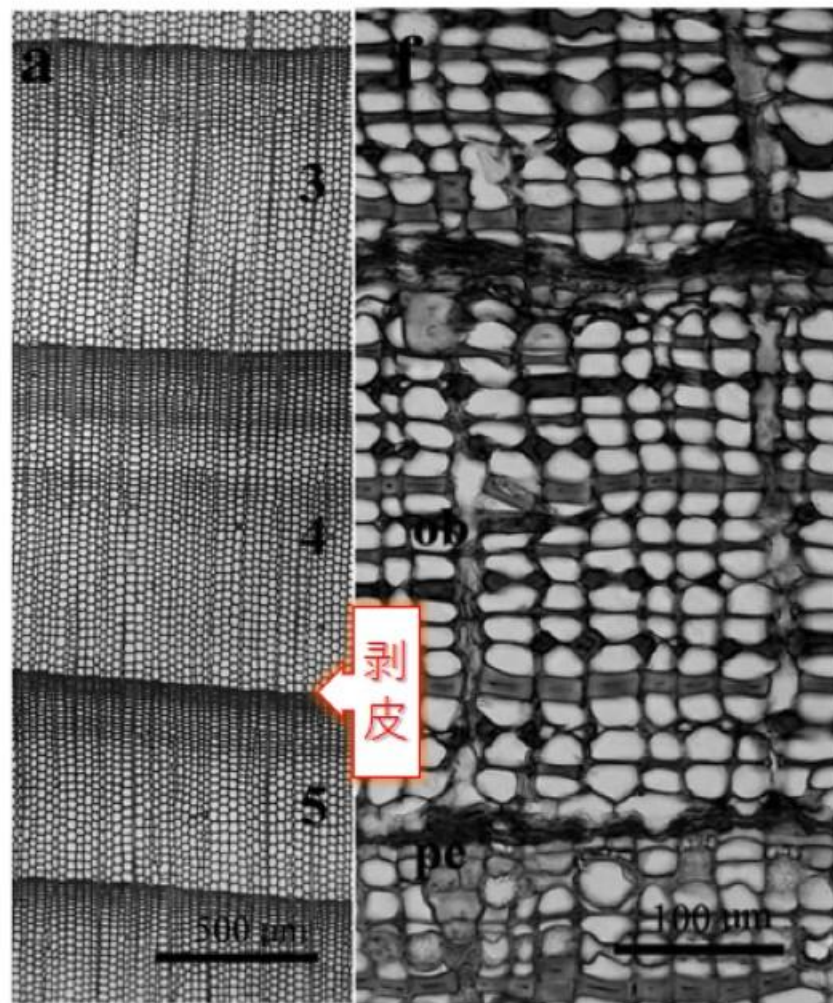
形成層

木部 (木材) の細胞

樹皮の細胞

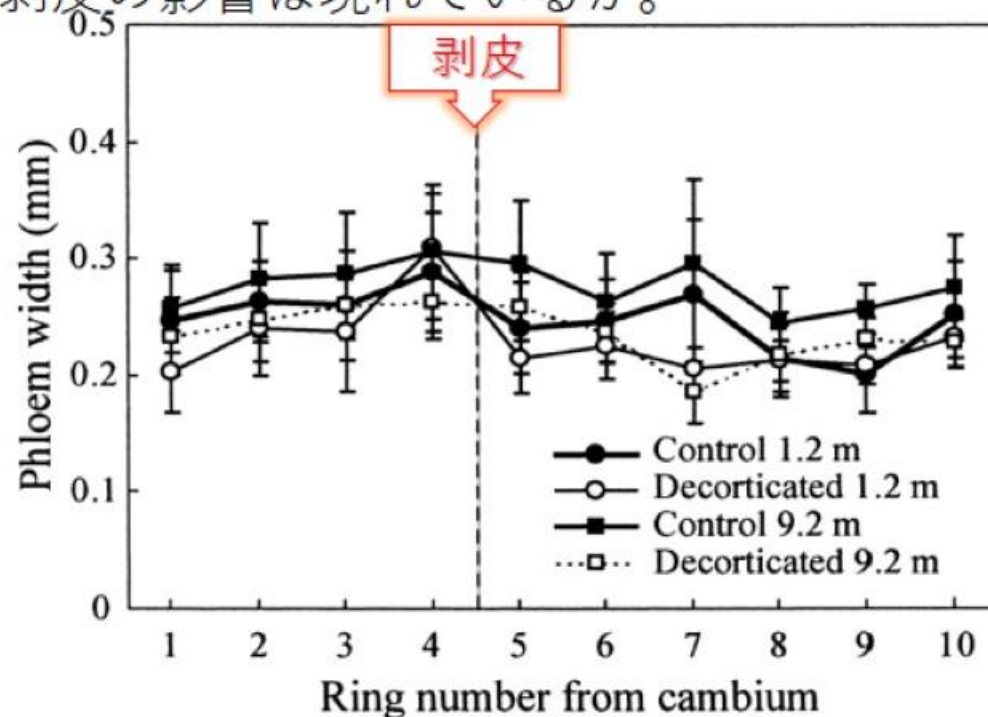
細胞分裂

事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定



検証

原皮師が伝統的技法に基づいた剥皮を実施して約5年経過したヒノキ。木部および樹皮の組織構造や年輪幅に、剥皮の影響は現れているか。



結果

剥皮の前後で殆ど違いがなかった。伝統的技術での檜皮剥皮は、その後の木部形成・樹皮形成に影響を及ぼさないことが示唆された。

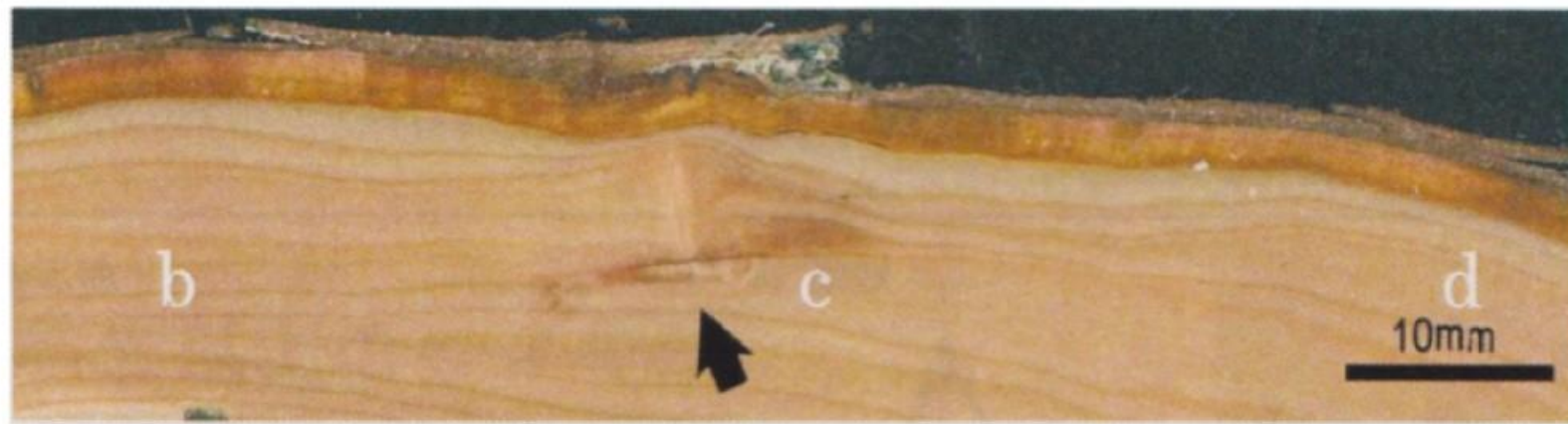
Yasuhiro Utsumi · Shinya Koga · Naoaki Tashiro · Atsushi Yamamoto · Yukie Saito · Takanori Arima · Hirokazu Yamamoto · Masahiko Kadomatsu · Nao Sakanoue, The effect of bark decortication for hiwada production on xylem and phloem formation in *Chamaecyparis obtusam*, *J Wood Sci* (2006) **52**:477–482

事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定

検証 形成層を傷つけるよう、剥皮の際にわざと深くヘラを差した。



故意に通常より深くヘラを差した



5年後の木口面。ヘラ入れ周辺に木部の傷害痕と変色がみとめられ、それらは数年間続いていた。



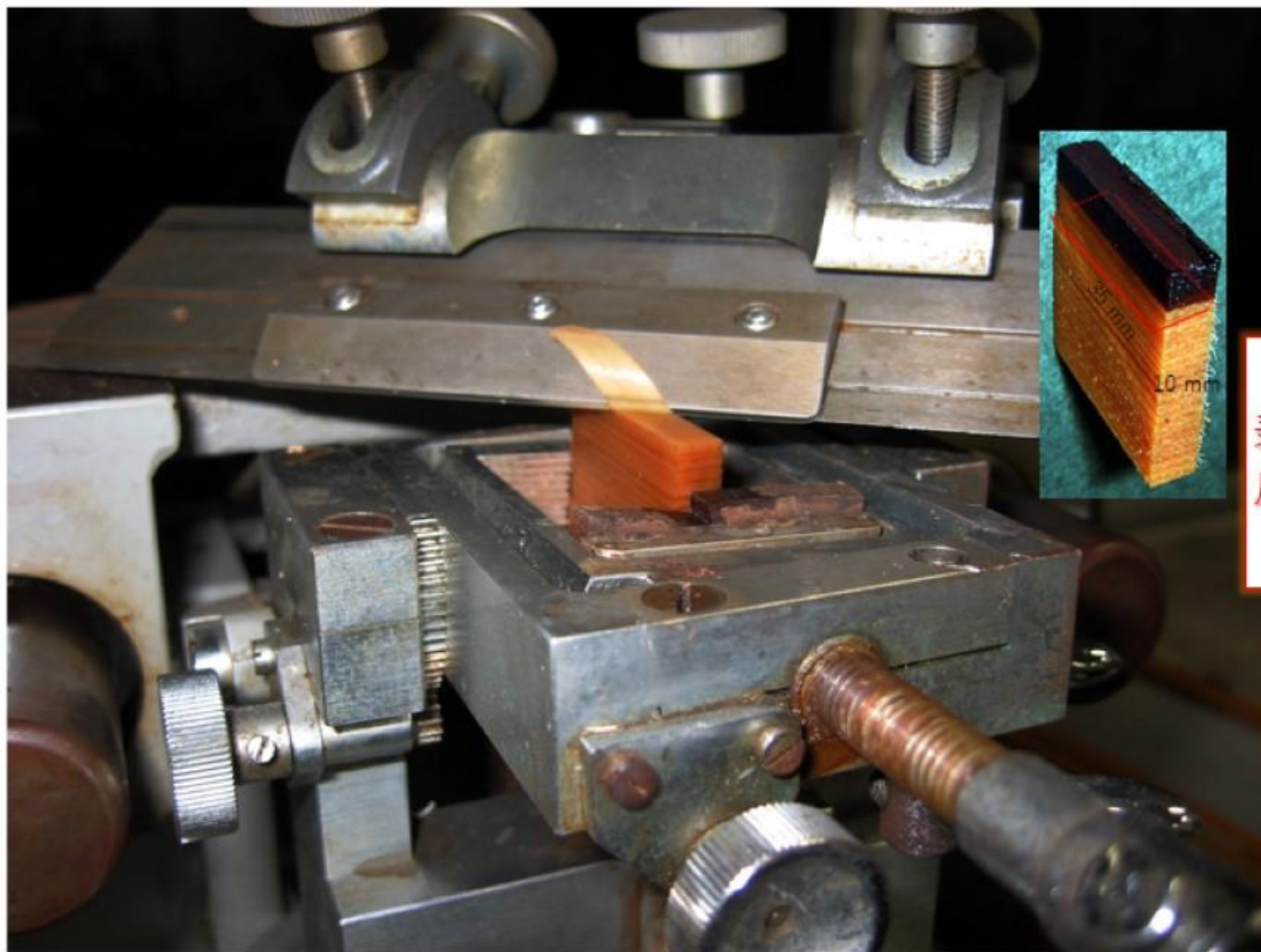
対象試験地（福岡演習林92年生ヒノキ人工林、2003年3月12日）



5年後の樹皮、正常樹皮を剥皮した状態、くぼみに残った樹皮まで剥皮した状態、処理2年後に形成された木部まで削った後の板目面（←は障害混、黒線内は変色部位）

結果 形成層を傷つける剥皮が実施された個体では、剥皮後に形成された数年輪にわたって、木材に障害痕や変色が見られた。

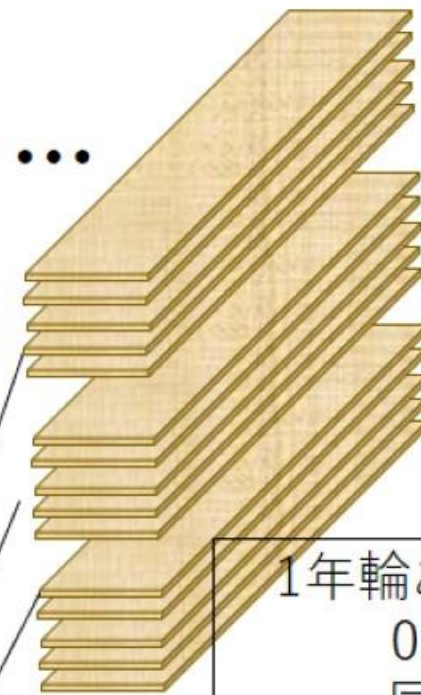
事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定



剥皮

2002
2001
2000
1999
1998
1997
1996
1995
1994
1993

...



1年輪あたり5枚
0.25 mm厚
同じ母細胞

検証 剥皮の前後の約5年輪について年輪毎に強度指標を計測して統計的に比較。

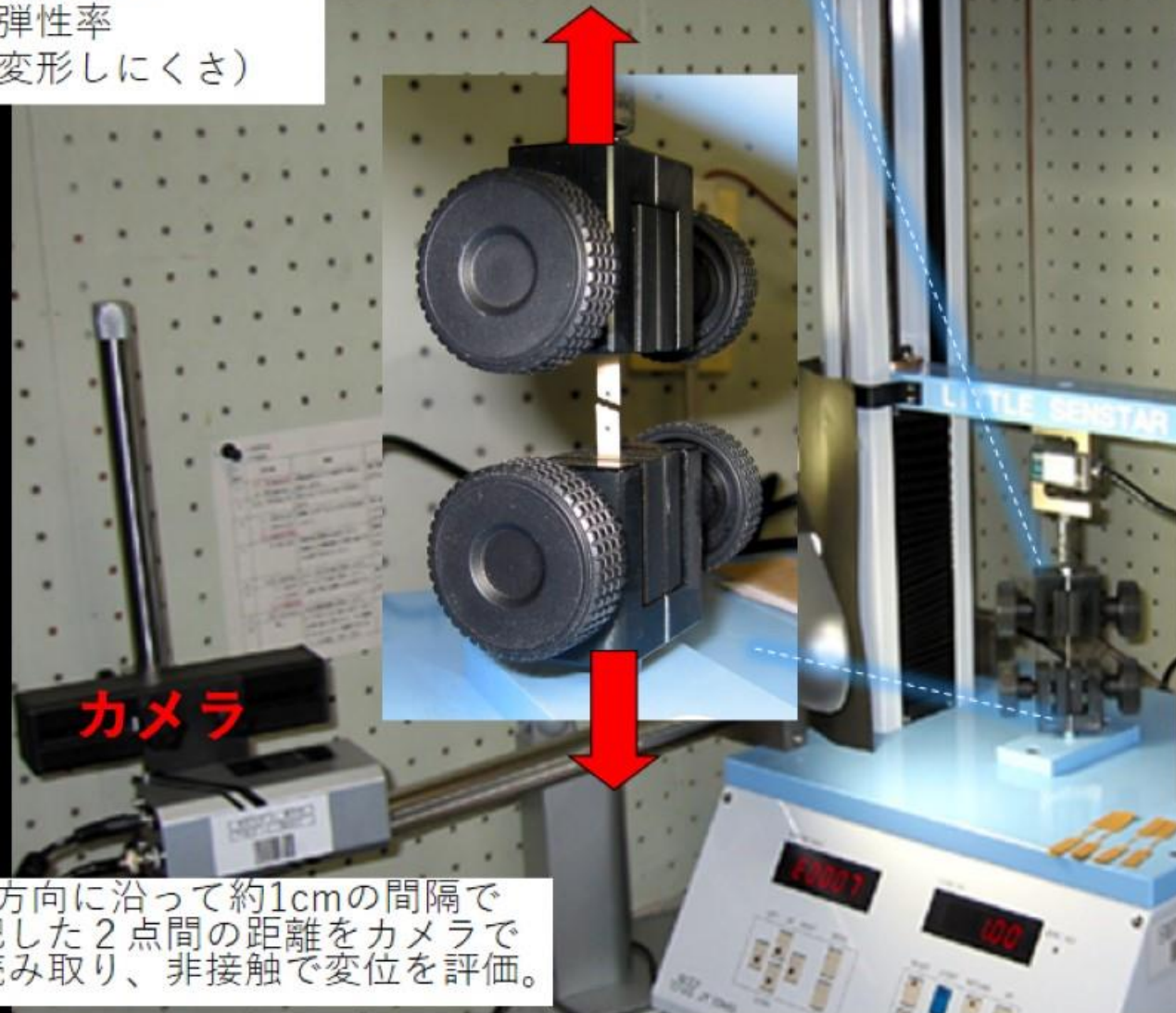
- ・ X線回折
(細胞壁のCMF配向)
- ・ 引張試験
(弾性率)

斎藤幸恵、山本篤志、太田正光、有馬孝禮、内海泰弘、古賀信也、角松昌彦、坂野上なお、山本博一、
檜皮採取によりヒノキ材の木部性質は変わるか、木材学会誌、61、25-32、2015

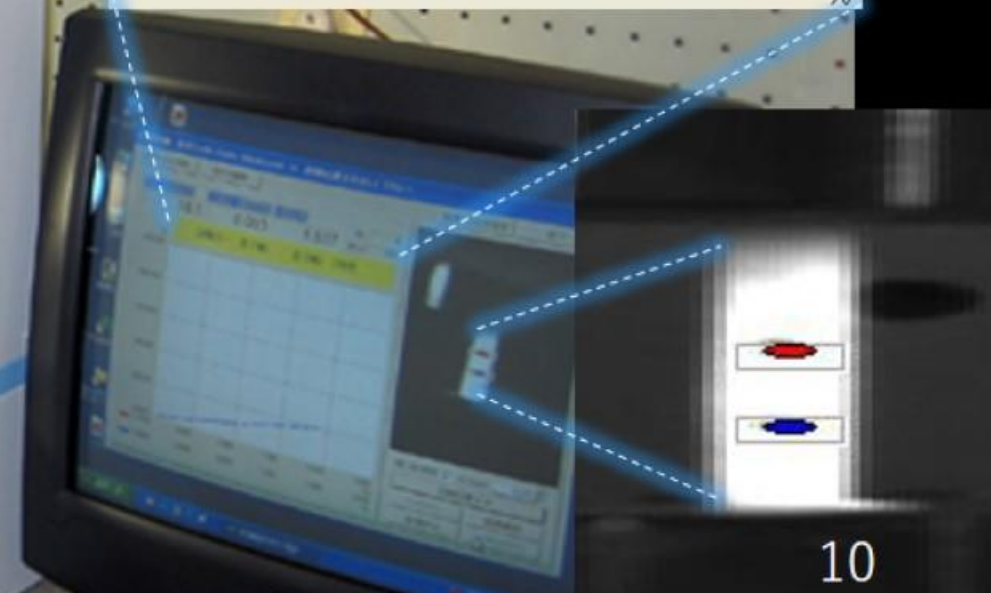
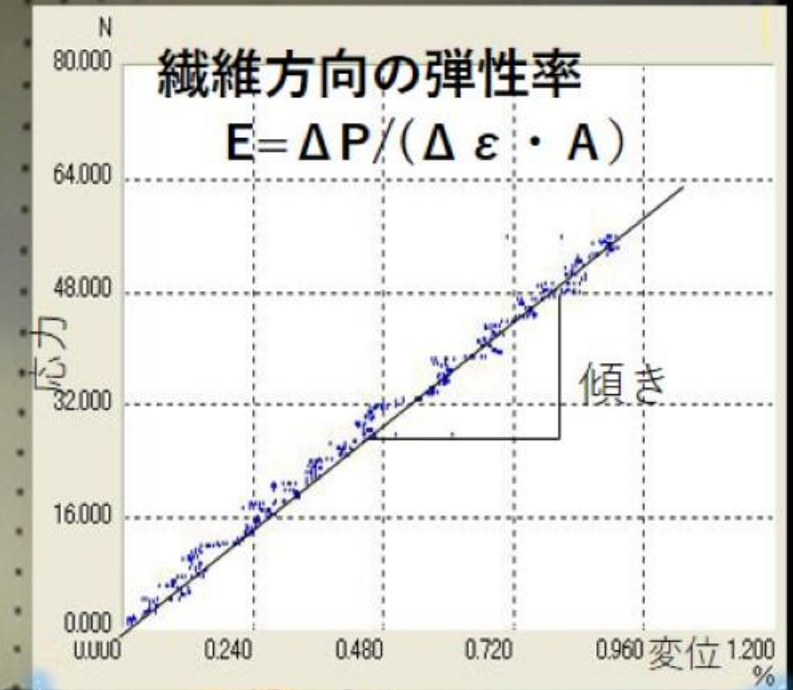
事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定

引張試験

～弾性率
(変形しにくさ)

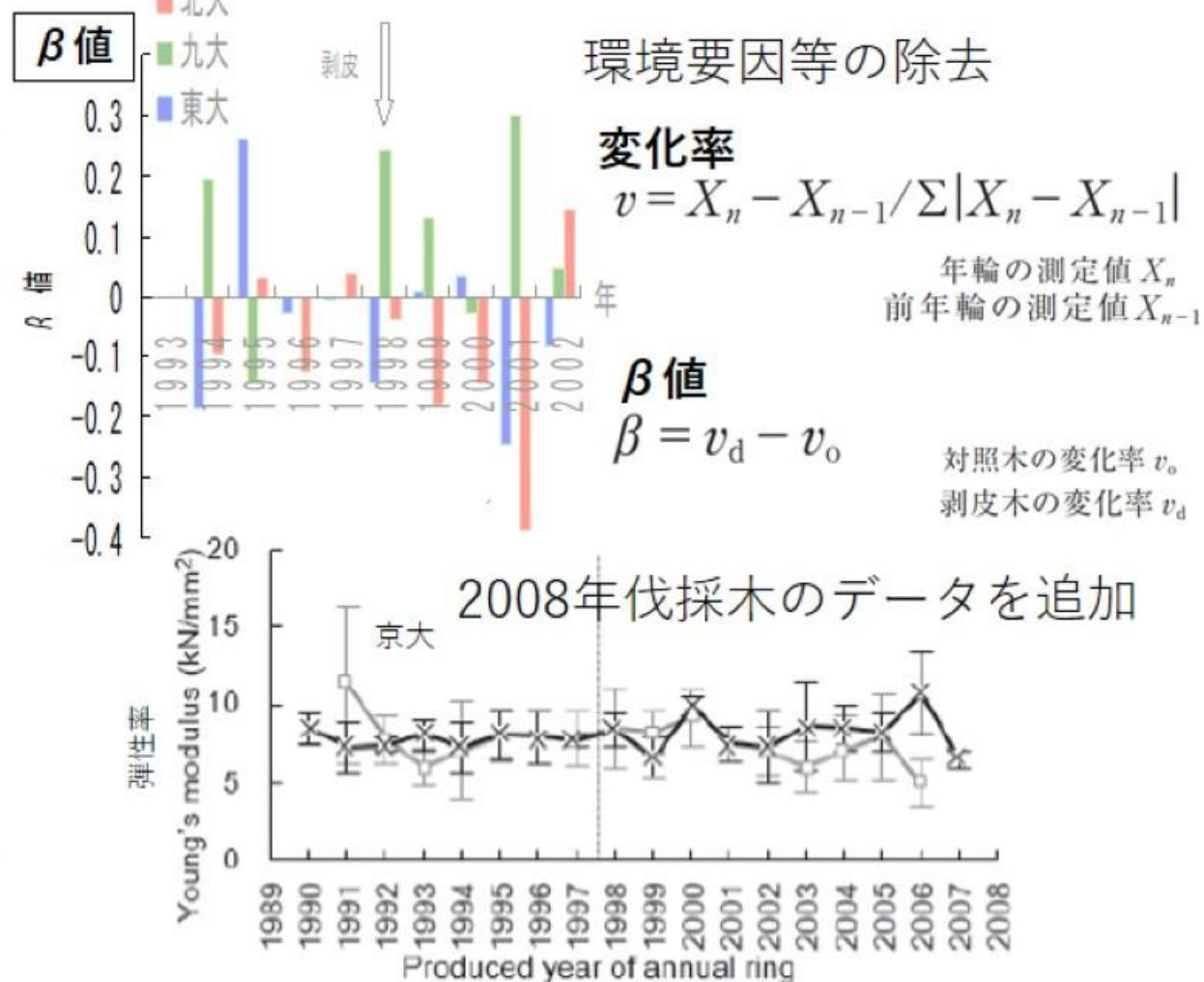
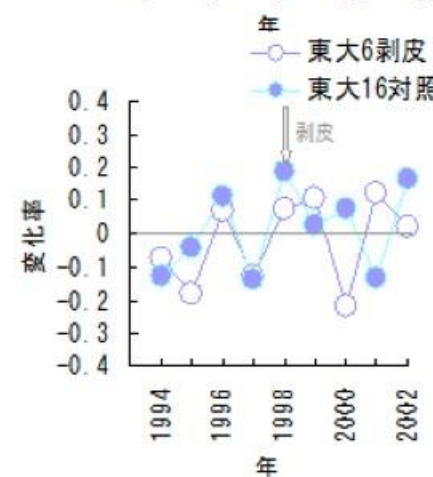
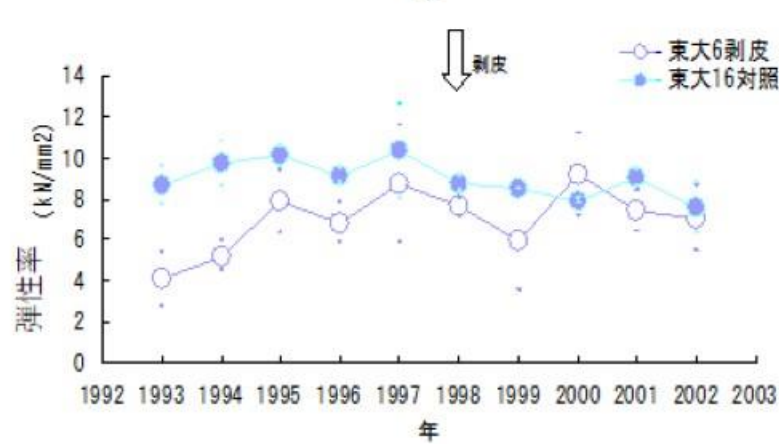
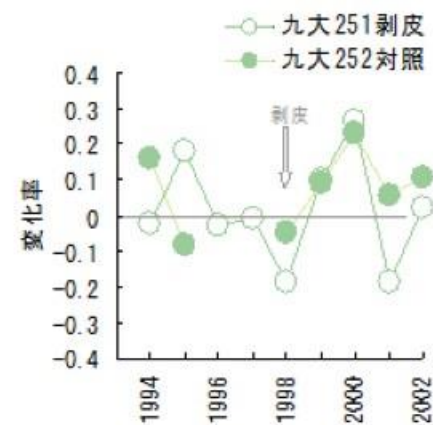
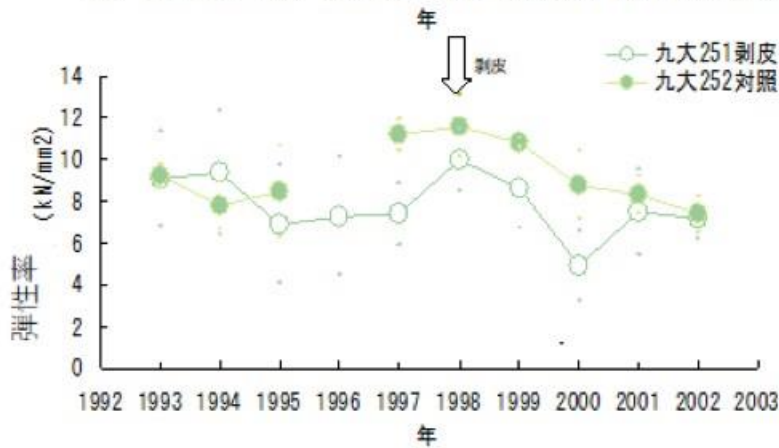
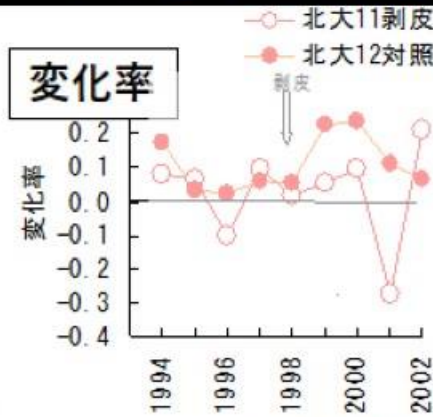
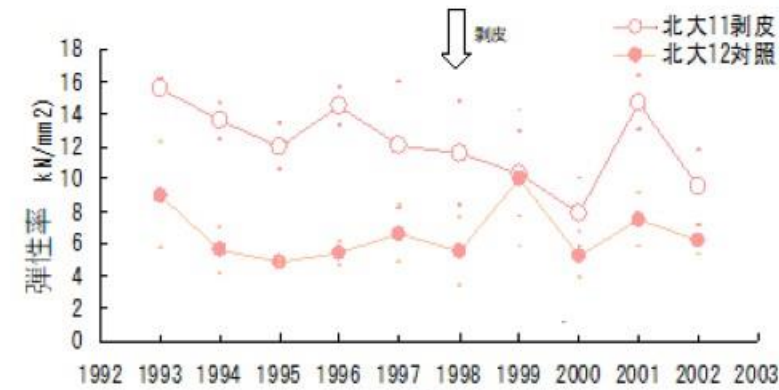


L方向に沿って約1cmの間隔で
記した2点間の距離をカメラで
読み取り、非接触で変位を評価。



事例③ 成長指標からの推論・そのものの物性測定

原皮師が檜皮を剥けば、木材の品質は低下しない



結果 剥皮の前後で縦方向弾性率・CMF（セルロースミクロフィブリル）傾角（細胞壁構造）に顕著な差はみとめられなかった。

まとめ

暗黙知
Tacit knowledge

コーディネータA
研究者へ繋ぐ

表出化
Externalization

形式知
Explicit knowledge

(ある意味の連続化)
Combination

コーディネータB
公開に助力

コーディネータC
長期戦略で社会へ繋ぐ

調査事例	調査母体	手法	成果	成果の公表	期待される波及効果
① 漆は国産が適か	公社国土緑化推進機構 緑と水の森林ファンド事業 (一社)文化遺産を未来につなぐ森づくり会議	文献調査 から推論	科学的に 説明可能 なことを 示した。	調査報告書 講演会*	国産漆の増産の取組 (植樹・職人養成)へ の理解・協力
② 檜皮は荒皮よりも 黒皮が上質か	科学研究費補助金 プロジェクト 代表：山本博一教授	物性の測定	どの様な 性能によ るか明示 化された。	学会発表 学術誌掲載 講演会**	希少な植物資源の 合理的活用
③ 原皮師が檜皮を 剥けば、木材の品 質は低下しないか		樹木成長の 指標から推論 ・物性の測定	機構、 測定値の 両面から 示した。		剥皮ヒノキ木の提供

*「保存が地域を魅せる」2019年11月、東京木材会館大ホールにて、主催(一社)文化遺産を未来につなぐ森づくり会議、共催(公社)国土緑化推進機構、後援 林野庁
**「木の文化を支える森林」、2010年12月、奈良女子大学記念館にて、主催 山本博一教授(文科省科学研究費補助金プロジェクト)