

京都大学若手人材海外派遣事業 ジョン万プログラム  
研究者派遣プログラム

成果報告書

提出日：平成28年11月28日

【基本情報】

○申請者

採 択 年 度：平成28年度  
部 局 名 等：農学研究科森林科学専攻  
職 名：講師  
氏 名：村田 功二  
研究課題名：準脆性材料としての木材の破壊挙動解析

○渡航先

国 名：スイス連邦  
研究機関名：スイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETH Zurich)  
研究室名等：〔研究室名〕建築材料研究所木材物理グループ  
〔職名等・氏名〕教授・ピーター ニムツ／教授・インゴ バルゲルト  
渡 航 期 間：平成28年8月1日～平成28年11月1日（93日）

○渡航期間中の出張

出 張 先：ウィーン（オーストリア）  
目 的：国際学会参加(World Conference of Timber Engineering 2016(WCTE2016))  
期 間：平成28年8月22日～平成28年8月25日

出 張 先：  
目 的：  
期 間：

出 張 先：  
目 的：  
期 間：

# 京都大学若手人材海外派遣事業 ジョン万プログラム 研究者派遣プログラム

## 【成果】

### ○プロジェクトの成果及び今後の展開

#### ・研究概要

広葉樹材試験体の破壊力学試験を実施し、含水率と破壊じん性値の関係を調べた。滞在先で実施されていた文化財のための広葉樹材の物性測定プロジェクトに参加し、破壊じん性値に関する部分を協力した。樹種は欧州の文化財で利用されるウォルナット (*Juglans regia* L.) とチェリー (*Prunus avium* L.) とし、基本的な破壊じん性値である応力拡大係数を Arcan 試験によって測定した。実験の結果、含水率約 9% から約 16% の範囲では破壊じん性値に優位な変動は見られなかった。木材の組織構造の影響により破壊じん性値の変動が大きく、それに比較して含水率の影響が小さかったためと考えられる。またモード II (せん断) 試験では、き裂は切り欠きに平行な方向ではなく直交方向に進展した。画像解析の結果、Arcan 試験では切り欠きを含む面では方性方向に大きな垂直ひずみは確認できず、純せん断応力場が生じていること確認できた。つまりせん断面でのせん断破壊に先行して、切り欠き先端に生じた荷重方向の引張破壊が生じていると考えられる。今後は、さらに詳しい画像解析を行い、破壊進行領域 (FPZ) に及ぼす含水率の影響を検討する予定である。

#### ・国際共同研究の立上げ・ネットワークの構築

申請者は、文化財の破損防止や修復のための広葉樹材の物性測定プロジェクトに参加することができた。今回の滞在では有用 2 樹種の広葉樹材の破壊じん性値を測定したが、プロジェクトでは静的物性値、動的物性値、レオロジー、膨潤挙動など様々な評価を行っており、さまざまな実験手法や情報を入手することができた。また、欧州での木材の破壊力学を含めた物性を研究している研究者たちのネットワークを紹介してもらえることになった。

申請者が滞在した研究室では、申請者が専門とする木材物理のほかに木材の化学修飾をテーマとする研究グループが複数あり、グループリーダーを含めた多くの研究者とコミュニケーションをとることができた。セミナーへの参加や個人的な交流を通してこれまでになかったネットワークを作ることができた。今後、新しい研究テーマを立ち上げ、短期在外研究や海外研究者招へいの外部資金を申請し、ネットワークを広げていきたいと考えている。

#### ・国際共著論文の投稿・発表等の状況、国際学会等での発表状況 [予定を含む]

##### 【国際学会】

14th, international conference on Fracture (ICF14), June 18–23, 2017, Rhodes, Greece.  
EFFECT OF MOISTURE CONTENT ON MODE I AND MODE II FRACTURE TOUGHNESS OF WALNUT AND CHERRY  
Koji Murata<sup>a</sup>, Erik Valentine Bachtiar<sup>b</sup>, Peter Niemz<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Graduate School of Agriculture, Kyoto University

<sup>b</sup>Institute for Building Materials, ETH Zürich

(発表申込済み)

#### ・在外研究経験によって習得した能力等

まず、Arcan 試験という新しい試験方法を体験することができたことが大きい。実際の経験を通して長所・短所を知ることができた。また、デジタル画像関連法測定でのひずみ測定のための試

## 京都大学若手人材海外派遣事業 ジョン万プログラム 研究者派遣プログラム

験体の前処理の方法を知った。これまで行っていた方法と大きな違いは見当たらなかったが、利用する道具等で新しい知見を得た。

ヨーロッパの大学の教育システム、研究室の運営方法は、これまで京都大学で行っていた方法とは大きく異なっていた。まず、私が滞在した研究室が属するコースでは、学部の授業はドイツ語だが、マスターコースからは英語で授業が行われる。研究室内でのセミナーでも議論は英語で行われる。研究室の教授も外国人（ドイツ人）であれば、構成員も8割くらいはスイス以外の出身だった。それまでの学術的なバックボーンも様々で、一つのテーマに対して様々な視点からの検討が可能であることが分かった。グループリーダーというシステムも私は経験がなかったので、人材育成という面では非常に有効であることが分かった。

### ・在外研究経験を活かした今後の展開

今回の在外研究で、複数の国籍の研究者（ポスドク、PhD スチューデント）と交流を持てたのは非常に大切な財産である。グループリーダーの研究者とはもちろんのこと、若い研究者とのコミュニケーションを維持していくことは大切である。個人的な交流から新しい研究テーマが生まれると考えている。今後も短期在外研究や海外研究者招へいのための外部資金獲得に向けた努力は行っていくつもりである。

申請者が滞在した研究室では、研究者が専門とする分野以外の研究グループもあった。京都大学内、または場合によっては学外の日本人研究者と連携して、建築材料としても木材を対象とした研究グループの連携を構築したい。そのための研究テーマの構築と交流の場を設けることができるよう努力する。

京都大学若手人材海外派遣事業 ジョン万プログラム  
研究者派遣プログラム

英文成果報告書

○申請者情報

部 局 名 : Graduate School of Agriculture

職 名 : Junior Associate Professor

氏 名 : Koji Murata

研究課題名 : Analysis of fracture mechanics of timber as quasi-brittle material

渡 航 期 間 : Aug. 1st 2016 - Nov. 1st 2016

○渡航先情報

国 名 : Swiss Confederation (Switzerland)

研究機関名 : Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich)

研究室名等 : Wood Physics Group, Institute for Building Materials

受入研究者名 : Prof. Dr. Peter Niemz / Prof. Dr. Ingo Burgert

○渡航報告

Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich) mainly consists of two campuses - ETH Zurich Zentrum and ETH Zurich Hönggerberg. The former is located next to Zurich University near the central train station. The historic building was constructed in the 1860s. Lectures are usually held on this campus (Photo 1). The latter is located in the suburbs of Zurich city on the top of the Hönggerberg hill. Beautiful pastures surround the campus (Photo 2). Science courses at ETH Zurich moved to the Hönggerberg campus in the 1970s. The campus and buildings were developed with modern functional facilities in 2003 (Photo 3). I worked at ETH Zurich Hönggerberg.



Photo 1



Photo 2



Photo 3

The department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering (Department Bau, Umwelt und Geomatik, D-BAUG) is one of the 16 departments in ETH Zurich (Fig. 1). The department was founded in 1999 and consists of 10 institutes (Fig. 2). I stayed at the Institute for Building Materials (Institut für Baustoffe, IfB) (Photo 4), which belongs to D-BAUG. The institute (IfB) consists of six research groups. I worked at the Wood Physics group with Prof. Dr. Peter Niemz, who already retired in 2015. He now works as a part-time researcher. Prof. Dr. Ingo Burgert is responsible for two groups; Wood Physics group and Wood Materials Science group (Photo 5). The Wood Physics group mainly focuses on macro- and micromechanics of wood, wood composites and adhesive joints or effects of

## 京都大学若手人材海外派遣事業 ジョン万プログラム 研究者派遣プログラム

moisture and heat on wood and wooden materials. The Wood Materials Science group focuses on biomimetic and chemical modification of wood and wood-based materials. Prof. Burgert is a chemist, and he concurrently holds a position at Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Empa). The two groups have over 20 researchers (Photo 6). They are PhD students and postdoctoral researchers. Undergraduate students and master's course students do not belong to the laboratory. Almost all of the members come from other countries - Germany, France, Italy, Austria, Russia, China and Indonesia. Prof. Niemz and Prof. Burgert are Germans. The laboratory has an international demographic, so the members usually speak in English. All lectures in master's course in the building materials in the institute are held in English, which is spoken by 80 % of people in Switzerland. People there can speak English. Communication English is commonplace in Switzerland.

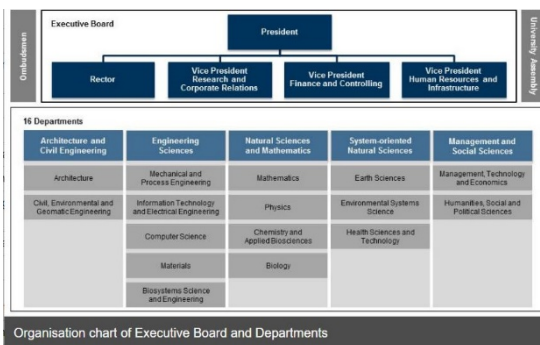


Fig. 1 Organization of ETHZ

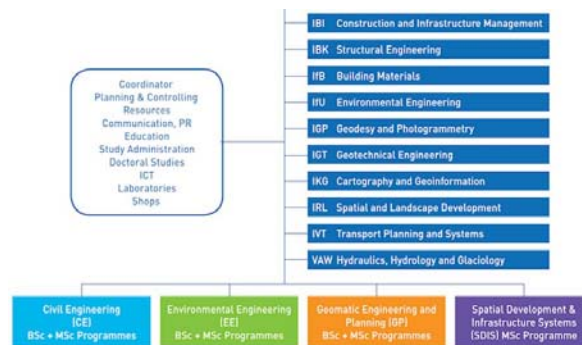


Fig. 2 Organization of D-BAUG



Photo 4 Entrance of IfB



Photo 5 Instruction of IfB



Photo 6 Member of Lab.

I studied about fracture mechanics of wood specimen in the laboratory with Erik V. Bachtiar, a PhD student (Photo 7). He graduated from an Indonesian university and received a master's degree from Dresden University of Technology (Technische Universität Dresden; TUD). We performed an Arcan test of Walnut and Cherry specimen (Photo 8). During the test, a digital camera captured the fracture process. The strain changes were obtained by a digital image correlation technique (Photo 9). A single edge-notch specimen (SEN) broke as a brittle material, but the fracture process zone in the elastic region was successfully observed in the strain distribution.

京都大学若手人材海外派遣事業 ジョン万プログラム  
研究者派遣プログラム



Photo 7 Erik V. Bachtiar



Photo 8 Arcan test

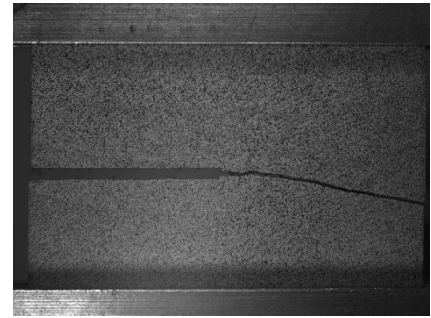


Photo 9 Mode I fracture

Prof. Niemz also participated in the development project of glulam and cross-laminated timber (CLT) made of beech lamina. The trial construction is already built at the ETH Zurich Hönggerberg campus (Photo 10). Hardwood glulam including beech glulam is superior to softwood glulam in its mechanical properties although the cost is marginally higher. Half of the forest area is broad-leaved trees in Japan. Engineered wood products (EWPs) of hardwood may have a good potential compared to Japanese softwood EWPs.

Almost all members of the laboratory hold the post at Empa. They participate in the NEST project at Empa campus, which explores the future of buildings (Photo 11). New technologies, materials and systems developed by ETH, Empa and other institutes are used in the NEST building. The vision wood unit was installed into the skeleton structure of NEST building. The wood unit was prefabricated using hardwood CLT in the factory of wood construction company.

Finally, Prof. Niemz and his wife invited me for a drive to Einsiedeln and Luzern with my family (Photo 12). After that, they invited me to their home. Thanks to the professor's kindness, I can make a good relationship.



Photo 10 Beech glulam



Photo 11 NEST in Empa



Photo 12 Prof. Niemz and me