

博士論文

レーザー穿孔を用いた構造用合板の透湿性向上とその課題
探索におけるエフェクチュアルな意思決定に関する考察

2020年3月

光産業創成大学院大学
光産業創成研究科



酒井 浩一

要旨

レーザー穿孔を用いた構造用合板の透湿性向上とその課題探索におけるエフェクチュアルな意思決定に関する考察

本論文は、筆者の起業実践活動におけるレーザー穿孔による構造用合板の透湿性向上に関する研究及び起業実践と、その課題獲得における重要な意思決定に関してまとめたものである。

日本における持続可能な森林・木材産業の実現には、伐採時期を迎える国産材の大部分を占める杉など、人工林の利活用が重要であると林業白書などに指摘されている。人工林で有名な工業都市浜松市において活動する筆者は、これまで従事した光技術分野における経験を下に、林業・木材産業の成長産業化を光技術で実現するビジョンを着想した。

このビジョンを実現するために、筆者は光産業創成大学院大学に入学し、株式会社里灯都（リヒト：独語で光）を起業し、取り組むべき事業課題の探索から開始した。多くの関係者へのヒヤリングを通じて、光技術で解決可能な林業・木材産業分野の4つの課題を検討した。この中から、構造用合板の透湿性に関する課題についてレーザー穿孔による解決可能性を見出し、これを本研究における技術的な研究課題とした。同時に、この課題獲得には1年9カ月の試行錯誤を要したことから、課題探索方法について明らかにしたい動機も高まった。そこで、課題獲得にはいくつかの意思決定があったことから、その意思決定の過程を明らかにし、課題探索の行動指針を得ることをもう一つの研究課題とした。

高い強度、施工性の良さ、及び高い断熱性を有している構造用合板は、広く普及している重要な建材である。しかし、柱や梁の全面を覆うように貼り付ける施工のため透湿抵抗が高く、その結果カビの繁殖やシロアリ被害などが問題視され、透湿抵抗の低減が課題となっている。透湿抵抗の低減は水蒸気の移動促進であり、既に、構造用合板に追加工として多数の穿孔を設けることにより透湿抵抗の低減が試みられている。ドリルを用いた従来加工に対し、高速化が進むレーザー穿孔が提案されており、穴面積率による透湿抵抗の盛業性が報告がされている。しかし、穿孔部における水蒸気移動の機序は分かっていない。加えて、そのレーザー穿孔では、穿孔条件次第で断面形状が特徴的な樽形状を示すことが知られているが、その透湿抵抗への影響も分かっていない。そこで本研究ではまず、穿孔部を通り抜けた水蒸気移動について透湿試験により、透湿抵抗の穿孔形状に対する依

存性を定量把握した。次に、その穿孔部を通り抜けた水蒸気移動を可視化し、穿孔部における水蒸気移動の機序を明らかにした。最後に、その水蒸気移動をモデル化し、樽形状の断面形状が透湿抵抗に与える影響について検討した。

その結果、樽形状を示すレーザー穿孔では円筒形状を示すドリル穿孔に比べ、37%低い透湿抵抗を示し、穿孔断面の形状差に起因することが明らかとなった。水蒸気移動の機序は、穿孔部両側の水蒸気分圧差による空気の移流が支配的で、濃度差による拡散現象の効果は小さいことが分かった。モデル計算では、穿孔内の全圧変化を仮定し、空気移流の粘性応力と湿度差によって生じる圧力勾配のつり合いから流束を求めた。モデル計算結果と、実験結果はよく一致しており、モデル計算から透湿抵抗は穿孔形状に依存することが初めて分かった。

もう一つの研究課題である事業課題獲得に至る過程の明確化について、まず、起業家の行動特性と資質および理念に関する先行研究を整理したところ、起業家の行動特性を包含している理論は、エフェクチュエーション論であると分かった。そこで、事業課題獲得に至る意思決定を明らかにするため、セルフエスノグラフィーで筆者の本活動に関する行動を記述し、エフェクチュエーション論の概念枠組みで分析した。

その結果、筆者の起業実践では大学入学当初からエフェクチュアルな意思決定を行っていることが分かった。今後の主力事業候補となった構造用合板事業の開発・事業実践という「新しい目的」と、透湿性がドリル穿孔よりレーザー穿孔で改善される結果となった、ドリルに変わるレーザーという「新しい手段」の両方を手に入れているとも捉えられた。これらより、エフェクチュアルな意思決定は、事業が定まっていない創業期において有用であることが判明した。ここでの学術的貢献は、これまで多くの先行研究で述べられている通り、エフェクチュエーションの有用性を筆者の実践事例で検証したことである。

本研究は、レーザー穿孔に特徴的な樽形状が構造用合板の透湿抵抗低減に与える影響を実験とモデル計算により明らかにし、エフェクチュアルな意思決定によって、事業課題を見つけることが可能であることを示唆した。光技術を用いた林業・木材産業の成長産業化において、本研究は1 mm 径という小さい口径で実現しており、高速にレーザーが穿孔可能であるため、産業用途としての可能性も新たに拓くことができた。この点において光産業創成に貢献するものである。

Abstract

Improving the moisture permeability of structural plywood using laser drilling and effective decision-making considerations in thematic investigations

This paper summarizes the author's research on reduction of the moisture permeability of structural plywood by laser drilling in business start-up activities, business start-up practices, and important decision-making principles in task acquisition.

The white paper on forestry points out that in order for the forestry and timber industries in Japan to become sustainable, it is important to utilize plantation forests, such as Japanese cedar, which accounts for the majority of domestic timber, when logging is due. The author, who is active in the industrial city of Hamamatsu, a city famous for its artificial forests, conceived a vision to realize the growth and industrialization of the forestry and wood industries using photonics technology, based on his experience in the photonics technology field.

Following this path, I enrolled in the Graduate School for the Creation of New Photonics Industries (GPI), founded LIHITO, Inc. (a name derived from the German word *licht*, which means light), and began exploring the issues to be addressed. This paper examines four problems in the forestry and wood industry fields that can be solved by photonics technology through listening to the many parties concerned. From these results, we found it possible to solve the problem of moisture permeability of structural plywood by laser drilling and made this a technical research subject in this study. Since it took one year and nine months of trial and error to achieve this goal, there was a strong motivation to clarify the methodology of isolating the problem's parameters. Therefore, since several decisions were made in taking on this task, we decided to clarify those decisions and obtain action guidelines for task search as another research subject.

Structural plywood, which embodies significant strength, workability, and thermal insulation, is an important building material and is widely used. However, since it is applied to cover the entire surface of the column or beam, the resistance to moisture permeation is high, and as a result, propagation of mold and termite damage are regarded as a problem, as is the reduction of the resistance to moisture permeation. The reduction of moisture permeability resistance acts to promote the movement of water vapor, and an attempt has already been made to reduce moisture permeability resistance by providing holes in structural plywood as an additional task. In contrast to the conventional drilling, laser drilling has been proposed, and the area ratio of the holes has been reported to be 0.45%. However, the mechanism of water vapor transfer that contributes to the reduction of moisture permeability resistance in the perforated area is unknown. In addition, it is known that the laser drilling shows a barrel shape whose cross-sectional shape is characteristic depending on the drilling conditions, but the effect of the laser drilling on the moisture permeability resistance is unknown. In this study, the dependence of the moisture permeability resistance on the shape of the perforation was determined quantitatively by the moisture permeability test. Next, we visualized the water vapor movement through the perforated area and clarified the mechanism of water vapor movement that contributes to the reduction of moisture permeability resistance in the perforated area. Finally, the water vapor transfer was modeled, and the effect of the cross-sectional shape of the barrel on the moisture permeability resistance was examined.

As a result, it was found that the laser drilling with the barrel shape showed 37% lower moisture permeability resistance than the drilling with the cylindrical shape, and the difference in the shape of the drilled section was significant. The mechanism of water vapor transfer was found to be determined by the advection of air due to the difference in partial pressure of water vapor on both sides of the perforated area, and the effect of the diffusion phenomenon due to the difference in concentration was small. The model calculation assumes the total pressure change in the bore and obtains the flux from the balance of the pressure gradient caused by the viscous stress of the air advection and the humidity difference. The model calculation results agreed well with

the experimental results, and it was found for the first time from the model calculation that moisture permeability resistance depends on the radius of the perforated part by the shape.

Regarding the clarification of the process leading to the attainment of business challenges, which is another research subject, we summarized the previous research on the behavioral characteristics, qualities, and philosophies of entrepreneurs and found that the theory that best captures the behavioral characteristics of entrepreneurs is the effectuation theory. Therefore, in order to clarify the decision-making that leads to the task acquisition, I described my behavior concerning this activity by self-ethnography and analyzed it in the conceptual framework of the effectuation theory.

As a result, it was found that in my startup practice, effective decision-making was carried out from the beginning of college entrance. It was also understood that the company had both the “new purpose” of developing and implementing the structural plywood business, which was a major business candidate for the future, as well as the “new tool” of using a laser instead of drill drilling, which resulted in reduced moisture permeability through laser drilling. These findings indicate that effective decision-making is useful in start-up periods when the business is not fully established. The academic contribution here, as described in many previous studies, is to verify the usefulness of effectuation in my case work.

This study clarified the effect of the barrel-shape characteristic of laser drilling on the reduction of the moisture permeability resistance of structural plywood by experiment and model calculation and suggested that it is possible to address business problems by effective decision-making. This research was realized with a diameter as small as 1 mm, and because the laser can perforate at high speed, this opened up the possibility for industrial applications. These developments show the potential for the growth of the forestry and timber industries using photonics technologies.

目次

第1章 序論.....	1
1-1. 背景と研究の着想.....	1
1-1-1. 林業・木材産業の重要性と課題.....	1
1-1-2. 人工林の利用促進と本研究のビジョン.....	4
1-2. 光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索.....	7
1-2-1. はじめに.....	7
1-2-2. 木材エイジング.....	8
1-2-3. ガンマ線によるカビ殺菌.....	9
1-2-4. レーザーによる乾燥促進.....	10
1-2-5. レーザーによる構造用合板の透湿性向上.....	12
1-2-6. レーザーによる構造用合板の透湿性向上技術の可能性.....	12
1-2-7. レーザーによる構造用合板の透湿性向上という技術課題獲得.....	13
1-3. 本研究の目的と構成.....	14
第1章の参考文献.....	16
第2章 レーザー穿孔を用いた構造用合板の透湿性向上.....	19
2-1. はじめに.....	19
2-1-1. 構造用合板の特徴と市場動向.....	19
2-1-2. 本章の目的と構成.....	21
2-2. レーザー穿孔による透湿性向上.....	24
2-2-1. 試験体.....	24
2-2-2. 断面形状計測.....	26

2-2-3. 試験体の透湿性測定.....	28
2-3. 水蒸気移動の機序解明.....	32
2-3-1. 動画による流速測定.....	32
2-3-2. 水蒸気移動のモデル化.....	35
2-4. 事業化検討と今後の課題.....	42
2-5. まとめ.....	44
第2章の参考文献.....	45
第3章 課題探索におけるエフェクチュアルな意思決定に関する考察.....	49
3-1. はじめに.....	49
3-1-1. 本章の目的.....	49
3-2. 先行研究.....	49
3-2-1. セルフエスノグラフィーとその先行研究.....	49
3-2-2. 起業家の特性に関する先行研究.....	50
3-2-3. エフェクチュエーション論の先行研究.....	54
3-3. エフェクチュエーション論.....	58
3-4. 研究方法.....	61
3-5. 筆者のセルフエスノグラフィー概要.....	61
3-6. 結果.....	64
3-7. 分析と考察.....	64
3-7-1. レーザー乾燥促進共同研究（新しい目的）.....	64
3-7-2. 補助金取得による装置開発（新たな手段）.....	66
3-7-3. 構造用合板の透湿性改善（新しい目的）.....	69

3-7-4. ドリルに変わるレーザー（新たな手段）	71
3-7-5. 量産化課題を公的助成制度で解決（新たな手段）	75
3-8. まとめ	79
第3章の参考文献.....	81
第4章 結論.....	85
4-1. 本研究の目的と結果.....	85
4-1-1. 本研究の目的.....	85
4-1-2. 本研究の結果.....	85
4-1-3. 本研究の結論.....	87
4-2. 光産業創成における本研究の意義	87
業績目録	89
謝辞	93
付録 筆者のセルフエスノグラフィー	97

図表目次

図 1- 1	SDGs（持続可能な開発目標）17 の目標	2
図 1- 2	木材需給量と自給率の推移	3
図 1- 3	CLT 外観と CLT 建築事例	4
図 1- 4	浜松市の産業の推移	5
図 1- 5	光産業の逆三角形構造	7
図 1- 6	光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索	7
図 1- 7	木材エイジング課題	9
図 1- 8	ガンマ線によるカビ殺菌課題検討	10
図 1- 9	レーザー穿孔による木材の乾燥促進	11
図 1- 10	構造用合板の透湿性向上事業	12
図 1- 11	本論文の構成	15
表 1- 1	人工造林地で有名な各地域の工業統計	6
図 2- 1	筋交いと構造用合板	19
図 2- 2	構造用合板を持った建築事例と構造用合板	20
図 2- 3	構造用合板生産金額の推移	20
図 2- 4	構造用合板での結露	21
図 2- 5	ウォール効果による穿孔形成	22
図 2- 6	トレパニングによる樽形状形成	23
図 2- 7	試験体の一部（断面）	24
図 2- 8	穿孔された合板の外観	25
図 2- 9	穿孔装置	26
図 2- 10	穿孔断面模式図	27
図 2- 11	穿孔の断面形状	27
図 2- 12	透湿カップに取り付けた試験体模式図	29
図 2- 13	恒温恒湿槽の実験風景	29
図 2- 14	透湿実験における吸湿量の時間変化	30
図 2- 15	透湿抵抗結果	31
図 2- 16	動画による流速測定概念図	33
図 2- 17	水蒸気圧力差が大きい場合の高湿空気流	33

図 2-18	水蒸気圧力差がほぼない場合の高湿空気流	35
図 2-19	軸対称構造をもつ穿孔部の模式図	35
図 2-20	穿孔部における 2 次元の流れ	38
図 2-21	レイノルズ数による流れの変化 (概念図)	39
図 2-22	実験値 Q_{exp} とモデル計算値 Q_{calc} の比較	40
図 2-23	$\phi 1 \text{ mm}$ における流束の中間面半径依存性	40
図 2-24	透湿抵抗における実験値とモデル計算値の比較	41
図 2-25	事業化予定	44
表 2-1	穿孔断面径	28
表 2-2	透湿実験による流束	31
表 2-3	水蒸気圧力差がほぼない場合の実験条件	34
表 2-4	流束の実験値と拡散モデル値の比較	37
表 2-5	構造用合板の穿孔に対するコスト	43
図 3-1	エフェクチュエーションとコーゼーションの比較	59
図 3-2	エフェクチュエーションの動的モデル	60
図 3-3	コーゼーションのプロセスモデル	60
図 3-4	レーザー乾燥促進共同研究 (新しい目的)	65
図 3-5	補助金取得によるコーゼーション的行動	68
図 3-6	補助金取得による装置開発 (新たな手段)	69
図 3-7	構造用合板の透湿性改善 (新しい目的)	71
図 3-8	ドリルに変わるレーザー (新たな手段)	75
図 3-9	量産化課題を公的助成制度で解決 (新たな手段)	78
表 3-1	先行研究分析による起業家に必要とされる能力	53
表 3-2	筆者のセルフエスノグラフィー概要	63
表 4-1	本研究におけるビジョン・目的・手段・結果・インプリケーション	88

第1章 序論

本章では、本研究の背景、研究の着想、光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索、本研究の課題と目的と手法及び構成について示す。

筆者は光技術を用いた林業の成長産業化をビジョンに掲げ、光産業創成大学院大学（以下 光産創大）に入学し、株式会社里灯都（ドイツ語で光の意味）を起業した。事業活動を通じてビジョンを達成しようと活動を行ってきた。最初にこのビジョン達成のために行った本研究の背景にある林業・木材産業の重要性と課題から記載する。

1-1. 背景と研究の着想

1-1-1. 林業・木材産業の重要性と課題

持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: 以下 SDGs）¹⁾ は、林業・木材産業においても重要視されている。林野庁（2019）が平成 30 年度林業白書でトピックス²⁾として取り上げており、SDGs は高く注目されている。SDGs は、貧困、エネルギー、環境、イノベーション、陸上資源などの課題に対応するため、国連が定めた 2030 年に向け定めた目標である。SDGs は、2015 年 9 月の国連サミットにおいて採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」（2030 アジェンダ）に含まれるもので、持続可能な世界を実現するための 17 の目標・169 のターゲットから構成されている（図 1-1）。

平成 30 年度林業白書²⁾では、「森林については、SDGs の目標 15『陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、並びに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する』を始め、多くの目標に関連しています」と記載されている。さらに、平成 30 年度林業白書²⁾では、下記の 4 点が紹介され、森林の公的機能に関して多くの記載が見受けられる。

- ・森林が有する国土保全機能や水源涵（かん）養機能は目標 6「安全な水とトイレを世界中に」及び目標 11「住み続けられるまちづくりを」
- ・地球温暖化防止機能は目標 13「気候変動に具体的な対策を」
- ・林業・木材産業の成長産業化を通じて、林業の現場における賃金の増加は目標 8「働きがいも経済成長も」

- ・木材流通の改革によるウッドマイレージ（物流距離）の短縮は目標 12「つくる責任 つかう責任」



図 1-1 SDGs（持続可能な開発目標）17 の目標³⁾（外務省、2019）

こうした取り組みもあり、2018 年における木材の需要量は、昨年度に比べ増加し、木材自給率も 33.6%と数年に渡って増加している⁴⁾。しかし、2009 年に発表された森林・林業再生プラン⁵⁾（林野庁、2009）では、10 年後の木材自給率 50%以上を目指すべき姿としており、まだまだ対策が必要な状況である。図 1-2 に示すように、森林・再生プランにより年々木材消費は好転しているが、我が国の木材需要量の推移をみると、1973 年に過去最高を記録して以来、第 2 次石油ショック、リーマンショックにより落ち込み、リーマンショック以前の回復に届いた状況である。多くの国産材は杉・檜といった針葉樹であり、それゆえ杉などの人工林の利活用の具体的な対策が課題となっている。

杉などの人工林の利活用の具体的な対策が課題とされる中、平成 30 年度林業白書（林野庁、2019）には、林業・木材産業を成長産業化へと変貌するべきであり重要度が増していると指摘があり、「我が国の森林は、国土の保全、水源の涵（かん）養、生物多様性の保全、地球温暖化防止、木材等の物質生産といった多面的機能の発揮を通じて、国民生活に様々な恩恵をもたらしている。こうした多面的機能を将来にわたって発揮させていくためには、適切な森林の経営管理により、豊かな人工林資源を『伐（き）って、使って、植える』という形で循環利用していかなくてはならない。このためには、林業及び木材産

業を安定的に成長発展させ、山村等における就業機会の創出と所得水準の上昇をもたらす産業へと転換すること、すなわち、『成長産業化』を早期に実現させることが極めて重要となっている⁶⁾と紹介されている。

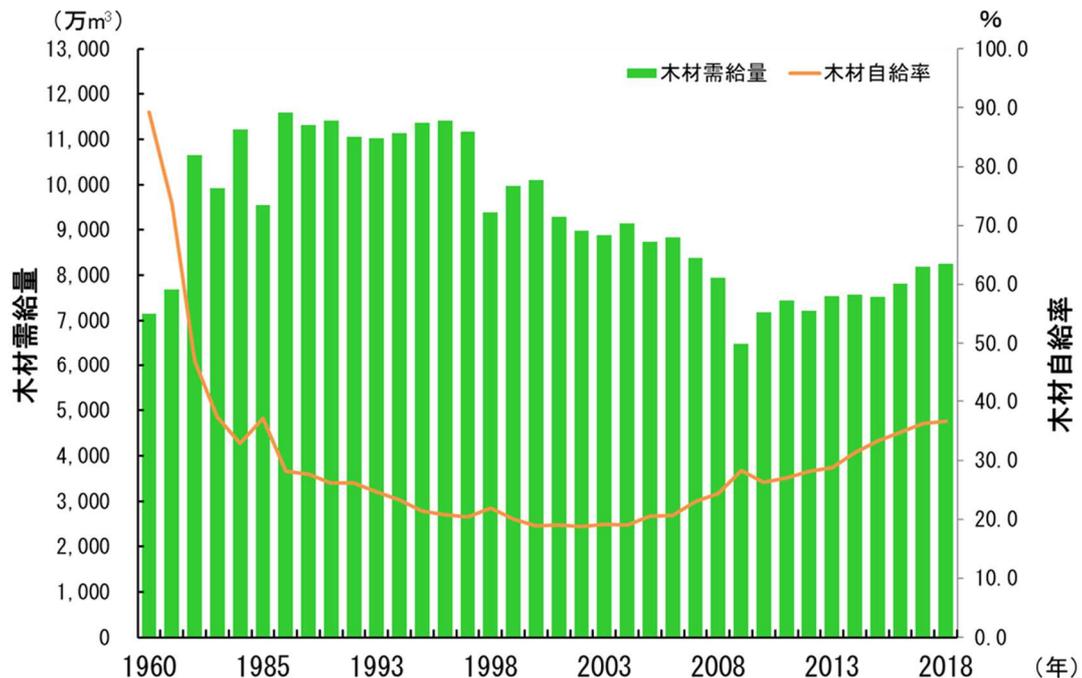


図1-2 木材需給量と自給率の推移⁴⁾ (林野庁、2019)

※1960年～1985年までは5年毎・1989年～2018年までは1年毎

成長産業化を推し進め、森林の公的機能を維持するための財源は整備が進んでいる。2018年度税制改正の大綱⁷⁾において、森林環境税（仮称）と森林環境譲与税（仮称）の創設が決定された。森林環境譲与税（仮称）は2019年度から自治体への譲与が既に開始されている。森林環境税（仮称）は、2024年度から個人住民税の均等割の納税者から、国税としてひとり年額1,000円を上乗せして市町村に徴収される。公的機能を維持する準備が資金面について整いつつある。森林環境税（仮称）の目的は、間伐や路網といった森林整備、森林整備を促進するための人材育成、担い手の確保、木材利用の促進や普及啓発である。

木材の促進や普及啓発を推し進める背景には、昭和30、40年代に拡大造林された森林は、約50年を経過した現在では成熟期を迎えており、林野庁（2018）⁸⁾によると人工林

の65%以上が成熟期を示す10齢級（46～50年齢）以上となっている。成熟期を迎えた杉などの人工林を「伐（き）って、使って、植える」循環利用していくことで、成長産業化することが待ち望まれている。

上記の課題を受けて、2015年度から新たな木材需要創出総合プロジェクト⁹⁾として以下の4点が取り組まれている。

1. 直交集成板（Cross Laminated Timber：以下 CLT）等新たな製品・技術の開発・普及
2. 地域材利用促進
3. 地域材の安定的・効率的な供給体制の構築
4. 森林認証・認証材普及促進対策

上記4点のうち特に1番のCLTは、5年に一度改定される森林・林業基本計画の平成28年版¹⁰⁾に記載されたこと（林野庁、2016）やCLTの普及に向けたロードマップ¹¹⁾（林野庁、2014）が作成されたことで注目が集まっている。CLTとは、ひき板を繊維方向が直交するように積層接着したパネルで、欧米を中心にマンションや商業施設などの壁や床として普及しており、我が国においても国産材CLTを活用した中高層建築物等の木造化による新たな木材需要の創出に期待されている（図1-3）。国が支援し、2017年3月末までに着工した建築物¹²⁾（林野庁、2017）として、44件と増えてきており、CLTを用いた建築物が施工されている。

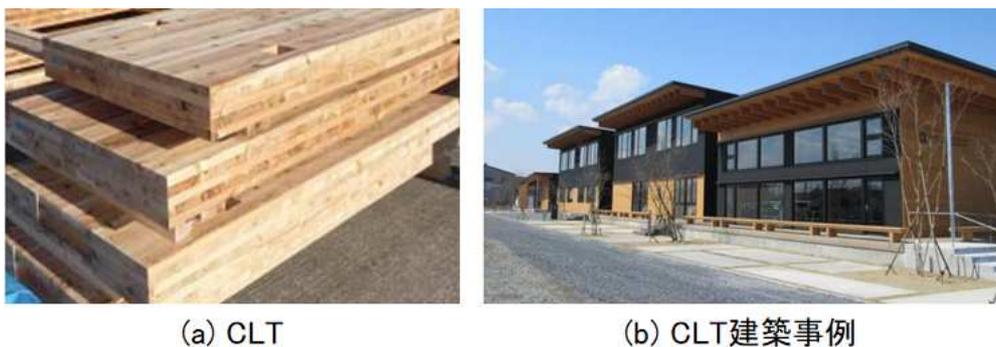


図1-3 CLT 外観と CLT 建築事例

1-1-2. 人工林の利用促進と本研究のビジョン

林業・木材産業を成長産業化するためには、前項（1-1-1 項）で紹介した林業再生プランや木材需要創出総合プロジェクトなどの方法に加えて、新たな取組も必要である。前項

(1-1-1 項) で紹介した CLT は好例である。最近の CLT の取組を紹介すると、宮本 (2015) は木質材料における木材接着研究の重要性を指摘しており¹³⁾、原田 (2019) らは、CLT にドリル穿孔し薬剤を注入する難燃処理を用いて、CLT に 2 時間耐火性能を達成している¹⁴⁾。さらに、上野 (2016) は、防腐防蟻剤処理した CLT の薬剤吸収量分析法確立や強度や耐久性といった基礎データの収集を報告している¹⁵⁾。工業的な機能付加のアプローチから新たな建材の開発をすすめている一例である。

工業と林業・木材産業の関係を地場産業という視点から見れば、筆者の活動拠点である浜松市では、古くから互いにつながりが強い。浜松市の産業は、図 1-4 のように、繊維産業、楽器産業、輸送機産業、光産業といった変節を遂げている¹⁶⁾ (西野 2009)。楽器産業では、大塚 (1980) によると「とりわけピアノ、オルガンはそのほとんどが木材であり、そのため楽器工業と木材工業との係わりは密接で、楽器工業から家具工業への進出も容易である。日本楽器 (現ヤマハ) が 1901 年に洋家具製造の日本木工を周智郡森町に設立し、2 年後に吸収して高級木工家具部としたのは両者の関係を示すものである¹⁷⁾」と過去においても木材産業と工業の繋がりは強い。

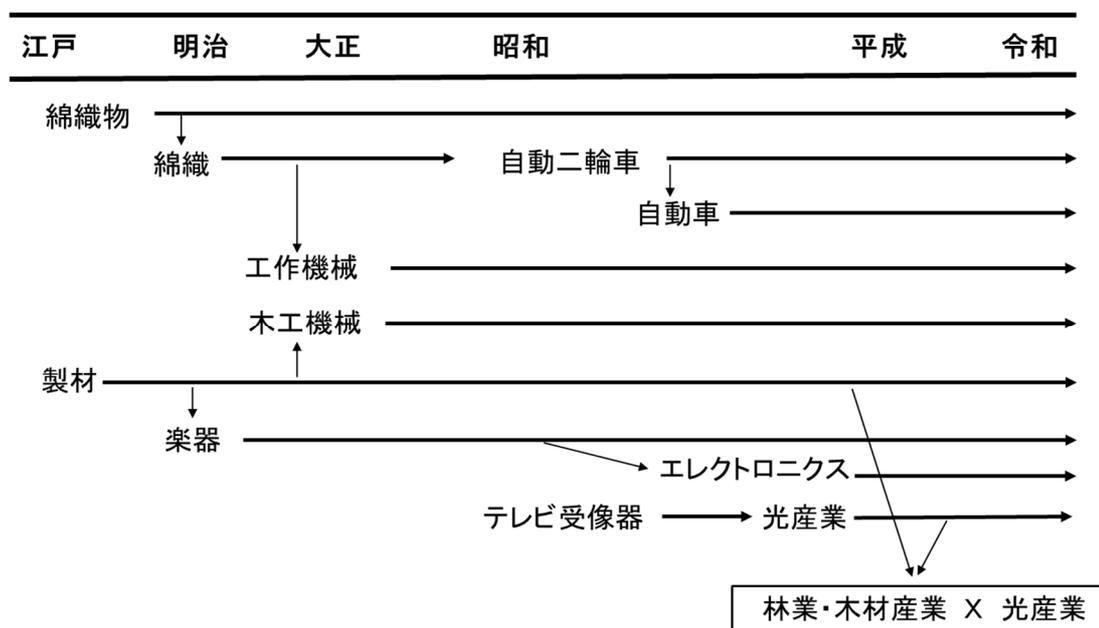


図 1-4 浜松市の産業の推移¹⁶⁾ (西野 2009 をもとに筆者追記)

地場産業の視点から、工業と人工造林の組み合わせにおいて、浜松地域は特徴的である。高桑 (2012) は「人工造林地で有名な杉には、奈良県の吉野杉、大分県の日田杉、

静岡県得天竜杉、宮崎県の飯肥杉、鳥取県の智頭杉、三重県の尾鷲杉等がある¹⁸⁾。」と紹介している。人工造林地で有名な地域の工業的特徴を明らかにするため、平成27年度国勢調査¹⁹⁾(総務省、2015)と工業統計調査²⁰⁾(経産省、2018)から人口、従業者数、原材料使用額等、製造品出荷額、粗付加価値額の指標を比較したものが表1-1である。表1-1で特徴的なのが、浜松地域である。浜松地域は他地域の平均値と比べて人口は20倍、その他の指標は40~60倍の数値となっている。他の人工造林地で有名な地域に比べ、工業が盛んであることが見て取れる。

表1-1 人工造林地で有名な各地域の工業統計¹⁹⁾²⁰⁾(総務省、2015;経産省、2018)

市区町村 (ブランド杉名称)	人口	従業者数	原材料 使用額等	製造品出荷額等	粗付加価値額
	(人)	(人)	(万円)	(万円)	(万円)
浜松市(天竜杉)	797,980	70,213	114,069,574	195,009,228	77,795,722
吉野郡吉野町(吉野杉)	7,399	496	569,635	909,077	303,426
日田市(日田杉)	66,523	4,131	4,371,317	11,916,485	5,127,042
日南市(飯肥杉)	54,090	3,342	4,210,725	7,665,020	3,134,659
八頭郡智頭町(智頭杉)	7,154	562	339,285	654,977	295,561
尾鷲市(尾鷲杉)	18,009	352	435,989	731,790	274,776

このように、浜松市の産業における林業・木材産業と工業とのかかわりは強く、林業・木材産業と平成27年度浜松市施政方針²¹⁾にも登場する光技術を用いた新産業創出における光技術の融合の可能性を思案し、筆者は本研究のビジョンを起案する。増田(2015、p.103)²²⁾は、「新しい機能の実現を可能にする光技術の応用の拡大にしたがって、多様な領域でベンチャー企業が次々に誕生し、あらゆる産業分野に浸透しながら、これまでにない新しい産業を創成して発展するというモデルである」と光産業におけるベンチャーを図1-5に示す逆三角形構造として説明している。15年に渡って光技術の研究開発を行った経験を持つ筆者は光産創大に入学し、図1-5に示すベンチャー企業として林業・木材産業に関わる里灯都を創業した。筆者は、こうした浜松地域においてベンチャー企業として起業実践を行い、都市の木質化に向けた地元産業からのアプローチとして、「光技術を用いて林業・木材産業の成長産業化」を本研究におけるビジョンとして着想した。

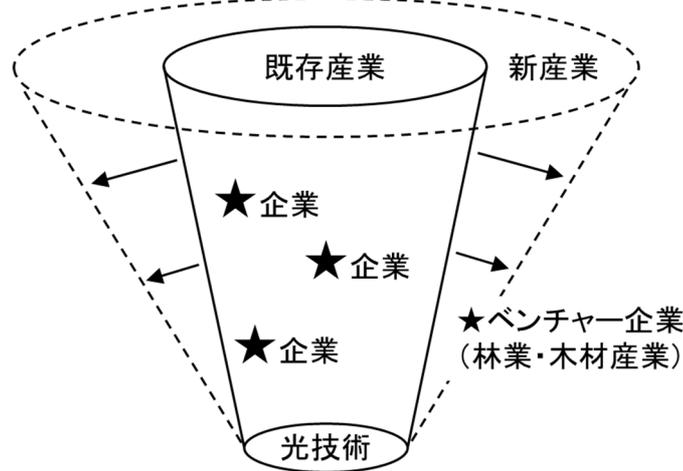
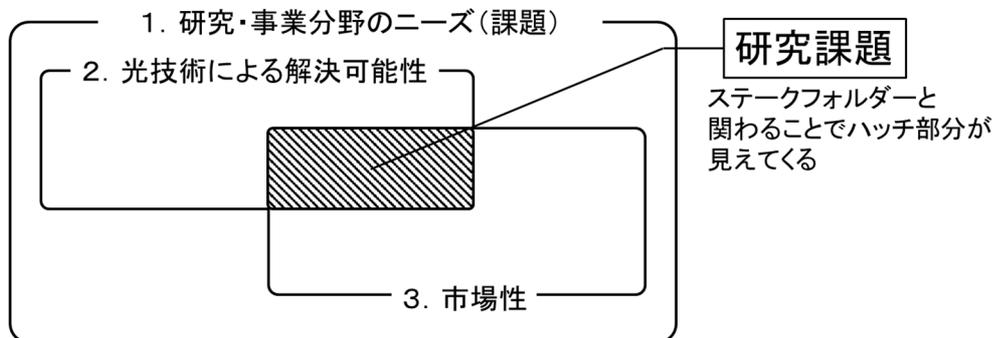


図 1-5 光産業の逆三角形構造²²⁾ 増田(2015) p103 を基に筆者修正

1-2. 光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索

1-2-1. はじめに

前節で得たビジョン「光技術を用いた林業・木材産業の成長産業化」をもとに、本節では、光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索を行い、本研究の課題を絞り込む。事業化の可能性とは、図 1-6 のように「1.研究分野・事業分野におけるニーズ（課題）」がある中で、「2.光技術による解決可能性」がありかつ「3.市場性がある分野」であり、必要条件である。これら、全ての要素を持ったハッチ部分は、起業実践を行うことでステークホルダーによって明らかとなった光技術で解決可能かつ市場性の存在する部分である。



1. 顧客にヒヤリングを行うことによって林業・木材産業のニーズを探索する。
2. ニーズが光技術で解決可能どうかを探る。
3. 市場性を検証することで事業として可能性があるかを検討する。

図 1-6 光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索

本節では、光産創大に入学した2015年に起業してから、事業の技術開発に至る2019年までの活動の中で、課題探索の試行錯誤の主なもの4つについて報告する。まず初めに、入学以前に立案し、入学後から事業検討を行った「木材エイジング」を1-2-2項に示す。次に筆者が「木材エイジング」を伝統文化産業に応用できないかと考え、模索する中で得られた「ガンマ線によるカビ殺菌」を1-2-3項に記載する。さらに、「木材エイジング」と並行し、入学直後に研究課題を模索する中で、筆者が懇意にしていた大学教授と共同研究を行った「レーザーによる木材の乾燥促進」を1-2-4項に記述する。筆者がこの「レーザーによる木材の乾燥促進」に関して、事業化を模索する際に、現場ニーズからもたらされ、本研究の主課題となった「レーザーによる構造用合板の透湿性向上」を1-2-5項に示す。「レーザーによる構造用合板の透湿性向上」における技術的課題の検討を1-2-6項に記載する。さらに、「レーザーによる構造用合板の透湿性向上」という技術課題がなぜ獲得されたかについて1-2-7項に記す。

1-2-2. 木材エイジング

本課題は、筆者が入学以前に木材の光劣化を防ぐ塗料が開発されていることを着眼点とし、逆転の発想で積極的に光劣化を促進させることで事業化出来ないかと起案した。図1-7のように、古材は通常材木より高値で取引されていることに着目した課題である。インターネットの検索では、杉板が850円程度で売られているのに対して、同じサイズの足場に使用された古材（足場古材）が4,000円程度でDIY用に売られている。木材中の成分であるリグニンを紫外線やガンマ線を用いて光化学的に変性させることによって、人工的にエイジング（古く）できれば、意匠性が上がることでビジネスになるのではないかと考え課題検討を行った。

筆者が行ったヒヤリングにおいて、ハウスメーカー担当者は、「劣化した木材は強度が下がる」と否定的なコメントがあり、一方で、リフォーム業現場担当者からは「すぐにも欲しいので開発をしてほしい」と懇願された。当初は、1-2-3項に示すガンマ線の利用も視野に入れていたが、高エネルギーで物質の透過性が高いため、木材全体がエイジング処理され意匠性だけでなく、強度も劣化すると考え方針を変更した。表面だけ古材で内部は新材といった木材が人工的に出来るのであれば、意匠性だけを高め、強度はそのままという理想的な世の中にはない建材になると考え、紫外線での事業化を目指した。

紫外線ランプを用いてテストするが、想定以上にリグニンの変性が起こらず、技術的なハードルが高いことが判明する。図1-6で示す「3.市場性がある分野」には該当するが、「2.光技術による解決可能性」が難しいと考え、事業課題として取り上げない判断をした。



図1-7 木材エイジング課題

1-2-3. ガンマ線によるカビ殺菌

本課題は、光産創大と包括的連携契約を結んでいる京都の大学に、課題探索のためにゼミ合宿に行った際に、交流会にて筆者が、大学名誉教授から文化財・紙史料の水損史料に関して相談されたことがきっかけで始まった。洪水が発生した場合に、生活排水などにまみれ水損被害にあった紙製や木製の史料（価値のある文化財など）に発生したカビを殺菌することが紫外線やガンマ線でできないかと考えた。紫外線やガンマ線による木材エイジング課題（1-2-2項参照）、と同技術で横展開が可能ではないかと考え課題検討を行った。

従来は、ボランティアの方々が一つひとつ、アルコールでふき取り、紙を挟み乾燥をさせることで水損被害にあった文化財・紙史料のクリーニングを行っている。一気に膨大な量が発生する水損史料に対し、カビの増殖を食い止め本格的なクリーニング作業までの間、凍結乾燥装置を用いた暫定的な延命措置をはかっている。凍結乾燥装置が殺菌にまでは至らず、あくまで応急処置である。一気に膨大な水損史料に対する対応ができるよう図1-8のように課題を立案した。

これまでの成果として、2016年には、「水損和紙資料（古文書）に発生したカビの放射線殺菌に関する基礎的検討」として、共同研究先と大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センター共同利用報告会にて共著発表している。2018年には、「水損和紙資料（古文書）に発生したカビの放射線殺菌に関する基礎的検討」として、同様に日本食品照射研究協議会大会放射線プロセスシンポジウムにて共著発表し現在も研究を行っている。



図 1-8 ガンマ線によるカビ殺菌課題検討

図 1-6 で示す「2.光技術による解決可能性」は高いが、洪水が発生しないと事業として成立しないため、「3.市場性がある分野」として成立するためには、定常的利用がある他の市場を見つける必要があり、現状取組む事業課題として取り上げない判断をした。

1-2-4. レーザーによる乾燥促進

筆者が大学入学後に、林業・木材産業分野における事業検討の一環として定期的開催されている勉強会に参加していた際、懇意にしている大学教授が木材における低温乾燥の研究を行っていることを知り、後日、大学に訪問し共同研究を開始した。それを契機として事課題検討を行った。林業関係者へのヒヤリングを行った結果、木材の乾燥に関しては課題があることが分かった。

スギやヒノキなどの木材は伐採した直後の状態では、含水率が200%を超える¹ものもあり、木材乾燥は、寸法安定性の向上、強度性能の向上、生物劣化の軽減、接着性の向上、重量の軽減、及び長期たわみの低減のため、20%以下に乾燥する必要がある²⁾（石川県林業試験場、2012）。図1-9に示すように天然乾燥では時間がかかり、高温の人工乾燥では木材が焼け変色し、意匠性が低下するといった問題が生じていた。そこで、レーザーで表面を穿孔し、木材の水の通り道である仮道管を露出させることで、乾燥しやすい材木を開発するという、乾燥促進課題を起案した。

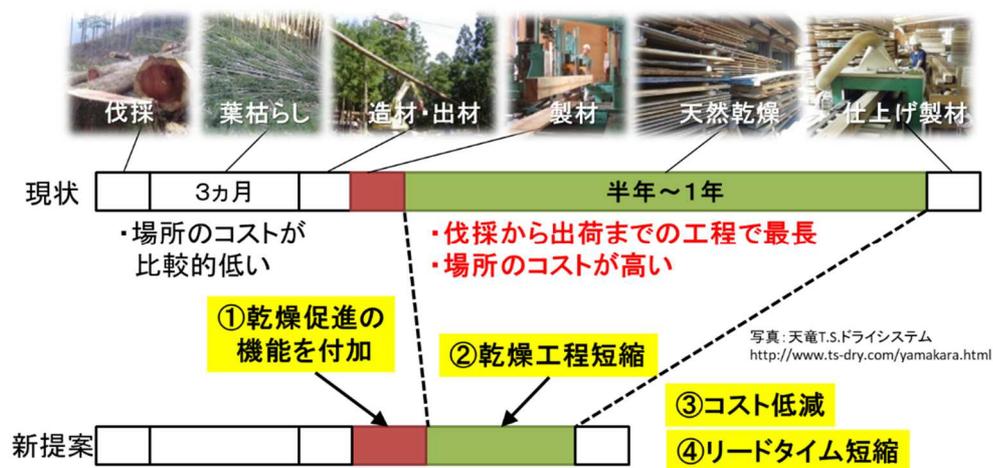


図1-9 レーザー穿孔による木材の乾燥促進

本課題案で、信用金庫のビジネスプラン・コンテスト²⁾の創業部門で優秀賞を受賞する。補助金を取得することでレーザー穿孔装置を開発することを模索するが、乾燥促進装置が高くコスト高となり林業業界に受け入れられないことを懸念していた最中、本課題案をヒヤリング中に、新たな事業課題である「レーザーによる構造用合板の透湿性向上」を提案され、その課題に取り掛かるため、一旦課題検討を収束した。図1-6に当てはめると、「2.光技術による解決可能」ではあるが、「3.市場性がある分野として成立」が難しいと判断した。このような課題があり現状、事業課題として取り上げない判断をした。

¹ 木材の含水率は（水の重量／木材の重量）で表されるため100%を超えることがある

² 浜松信用金庫（現浜松いわた信用金庫）主催の第4回はましん CHALLENGE GATE

1-2-5. レーザーによる構造用合板の透湿性向上

筆者が、前項の木材のレーザーによる乾燥促進課題（1-2-4 節）を検討する際に、ヒヤリング先で構造用合板の透湿性に問題があることを知る。図 1-10 に示すように従来工法である筋交いから施工が簡単で、面で支えるためより丈夫な構造用合板へと変わっている。柱や梁の全面を覆うように貼り付ける構造用合板を使用するようになったため、透湿性が筋交いに比べ低下し、壁体内の湿度が高くなる現象が生じる。湿度が高いため露点が高くなり、構造用合板で空気が冷やされ露点以下になると結露する。その結果、カビの発生やシロアリの温床になる問題も生じている。そこで、レーザーにより穿孔を行うことで、透湿抵抗を低減し壁体内が結露にくい構造用合板を提供する課題である。

本課題検討は材木店のヒヤリングによって見いだされた事業であるため「3.市場性がある分野」であるが、「2.光技術による解決可能」であるかどうかについて検討の余地があると考え、事業課題として検討することとした。

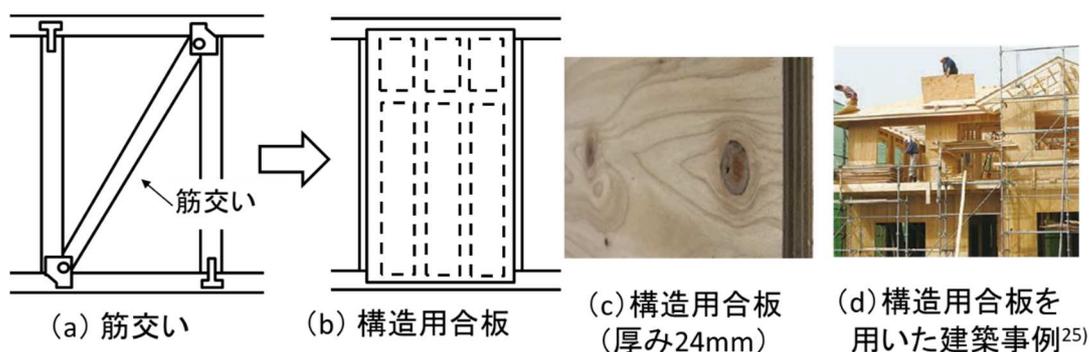


図 1-10 構造用合板の透湿性向上事業

1-2-6. レーザーによる構造用合板の透湿性向上技術の可能性

前項 1-2-5 項のレーザーによる構造用合板の透湿性向上事業の技術的に可能であるかについて検討を行う。構造用合板の特徴は、高い強度、施工性の良さ、及び高い断熱性を有しており、広く普及している重要な建材である^{26~28)}。農林水産省の構造用合板の統計調査によると²⁹⁾、ここ 20 年間で国内生産量が約 4 倍となっており、多くの現場で利用されている。

構造用合板は、1-2-5 項でも記述したように柱や梁の全面を覆うように貼り付け施工するため、筋交いに比べ透湿性が低く、壁体内の湿度が高くなる現象が生じる。湿度が高いため露点が高くなり、構造用合板で空気が冷やされ露点以下になると結露が生じる。透湿

性が向上すれば壁の腐朽の防止が見込まれ利用価値が向上する^{30)~32)}。透湿抵抗の低減に、多数のドリル穿孔による通気の確保が提案されている³⁰⁾。服部らは、レーザー穿孔による低減を示し、透過面積に占める穴面積の総和の割合（穴面積率）により透湿抵抗の制御性を示している³³⁾

レーザー穿孔の断面形状は、レーザーの照射条件によっては、穿孔内部の中央部が膨らんだ樽形状となり³⁴⁾、単純な円筒形状となるドリルによる機械加工にはない特徴とされている。先行研究で、水蒸気分圧差による壁体内の水蒸気移動である「拡散型」や、コンセントなどの隙間（穿孔）などの原因による、温度差・風力を駆動源とした「空気移流型」が示されている³¹⁾。隙間（穿孔）を伴わない壁体内では「拡散型」が、隙間を伴う壁体外から壁体内への水蒸気移動は「空気移流型」が先行研究として示されている。しかし、穿孔部の通過機序やその断面形状依存性は分かっておらず、水蒸気の移動促進の機序が判明すれば、レーザー穿孔によって透湿性をコントロールし低減することで、結露の防止が可能になる。結露にくい構造用合板を得るため、技術的課題は、穿孔部の通過機序やその断面形状依存性を明らかにすることである。

1-2-7. レーザーによる構造用合板の透湿性向上という技術課題獲得

光技術による林業・木材産業の成長産業化というビジョンを着想し、このビジョンを達成するため筆者は、光産創大に入学し、株式会社里灯都（リヒト：独語で光）を起業する。1-2節の1-2-2~1-2-5項で記述した取り組むべき事業課題を模索する中で、多くのヒヤリングを通じて、光技術で解決可能な林業・木材産業分野の4つの課題を検討した。その結果、この中から、構造用合板の透湿性に関する課題について、レーザーによる解決可能性を見出すことが出来た。

しかし、起業実践における課題獲得については、筆者は特に知見もなく試行錯誤し行ってきた結果であり、この課題獲得まで1年9カ月の歳月を費やしており、どのようにして上記課題が獲得されたかに関しては明らかとなっていない。そこで今後、光技術による林業・木材産業の成長産業化というビジョンを達成するためには、更なる事業課題を獲得していく必要がある。経営的課題は、レーザーによる構造用合板の透湿性改善という技術的課題に至る意思決定を明らかにし、課題探索の行動指針を得ることである。

1-3. 本研究の目的と構成

前節 1-2 節ではビジョンに基づき、技術的研究課題として、穿孔部の通過機序やその断面形状依存性を明らかにすること、経営的研究課題として、レーザーによる構造用合板の透湿性改善という技術的課題に至る意思決定を明らかにし、課題探索の行動指針を得ること、をそれぞれ述べた。

以上から、技術的研究課題と経営的研究課題に対応する目的をとした。

1. 「拡散型」と水蒸気分圧差に起因する空気の流入による「空気移流型」の寄与について実験とモデル解析で明らかにするとともに、断面形状の透湿性に与える影響について明らかにする。(第2章)。
2. 創業期の事業課題探索活動において、どのような意思決定が行われたか、その過程を明らかにする。(第3章)。

本研究の手法を以下に示す。

1. 透湿実験とモデル計算によって、水蒸気移動が「拡散型」もしくは「空気移流型」であるかを明らかにする。
透湿実験とモデル計算によって、流束を評価することで、透湿性向上に与える影響を明らかにする(第2章)。
2. 筆者の行動をセルフエスノグラフィーで記述し、エフェクチュエーション論の概念枠組みで分析する。(第3章)。

本論文は、図 1- 11 に示す全 4 章で構成される。まず、本章では、背景と研究の着想、光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索、課題、目的、手法、本論文の構成について論じた。

第 2 章では、光技術による構造用合板の機能性向上に関して述べる。まず、構造用合板の透湿性向上の解決として、レーザー穿孔とドリル穿孔した試験体の透湿実験について述べる。その透湿実験結果を用いて、流束と透湿抵抗を求める。透湿実験とモデル計算によって、流束を評価することで、透湿性向上に与える影響を明らかにする。

第 3 章では、大学発ベンチャーにおけるエフェクチャルな行動の効果について記載する。本研究課題自体が、筆者のエフェクチャルな意思決定による課題の獲得であり、その

課題がなぜ見いだされたのかについて論じる。さらに、意思決定をどのように行っていくべきなのかを実例を挙げて記述する。

第4章では、本研究を総括した結論と光産業創成における本研究の意義について述べる。

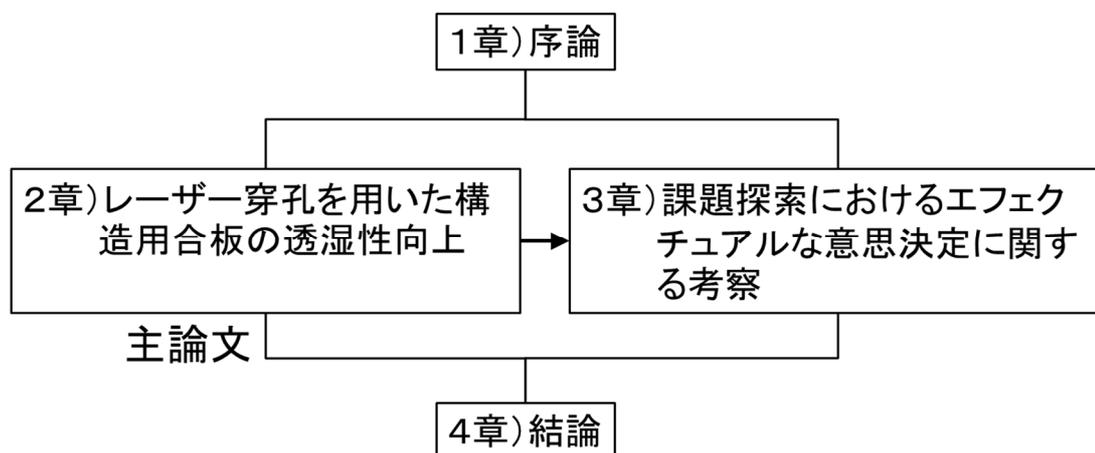


図 1-11 本論文の構成

第1章の参考文献

- 1) UN General Assembly: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations General Assembly, New York. (2015)
- 2) 林野庁：平成30年度 森林・林業白書 トピックス 2-7 (2019)
- 3) 外務省：「持続可能な開発目標」(SDGs) について (2019)
- 4) 林野庁：平成30年度木材需給表 (2019)
- 5) 農林水産省：森林・再生プラン (2009)
- 6) 林野庁：平成30年度 森林・林業白書 14 (2019)
- 7) 財務省：平成30年度税制改正の大綱 27-29 (2018)
- 8) 林野庁：人工林・齢級別・面積・計画対象森林 (2018)
- 9) 林野庁：新たな木材需要創出総合プロジェクト (新規) (2015)
- 10) 林野庁：森林・林業基本計画 7 (2016)
- 11) 林野庁：CLTの普及に向けたロードマップ (2014)
- 12) 林野庁：CLTを用いた建築物の事例について (2017)
- 13) 宮本康太：木材学会 61 (3) 191-195 (2015)
- 14) 原田寿郎 上川大輔 宮武 敦 新藤健太 服部順昭 安藤恵介 宮林正幸：木材学会 65 (1), 46-53, (2019)
- 15) 上野悠介：木材保存 42 (3) 173-178 (2016)
- 16) 西野勝明：産業集積生態論の視点より 経営と情報 静岡県立大学・経営情報学部/学報 21 (2) 39-49 (2009)
- 17) 大塚昌利：地理学評論 53 (3) 157-170 1980
- 18) 高桑進：京都女子大学宗教・文化研究所紀要 25 19-40 (2012)
- 19) 総務省統計局：平成27国勢調査 都道府県・市区町村別主要統計表 (2015)
- 20) 経済産業省：平成30年工業統計表地域別統計表 (2018)
- 21) 浜松市：平成27年度浜松市施政方針 4 (2015)
- 22) 増田靖：第5章「光産業を支える光産業創成大学院大学」93-114 山本朗 (編著) 『地方創生のデザイン』 中央経済社 (2015)
- 23) 株式会社コーガアイソトープ：ガンマ線照射 <http://www.koga-isotope.co.jp/gamma/process.html> (2020年2月6日 最終アクセス)

- 24) 石川県林業試験場：安心・安全な乾燥材の生産・利用マニュアル 2-3 (2012)
- 25) 日本合板工業組合連合会：厚さ 12mm 国産構造用合板枠組壁工法 3 (2015)
- 26) 大橋好光：木材保存 22 (6), 311-319 (1996)
- 27) 神谷文夫：木材保存 35 (3), 102-106 (2009)
- 28) 山井良三郎：コンクリートジャーナル 4 (5), 9-14 (1966)
- 29) 農林水産省：合板統計, (2018)
- 30) 積水ハウス：透湿性耐力壁面材, 特開平 10-280580 (1998)
- 31) 松岡章 中村 哲己：日本建築学会大会学術講演梗概集, D (2), 427-428 (2003)
- 32) 石井宏一 久保隆太郎 柴田齊宜 酒井孝司 石原修：建築学会技術報告集 12 (24), 213-218 (2006)
- 33) 服部順昭：レーザーインサイジングによる住宅用木質パネルの結露防止, 科学技術研究費 1995 年度実績報告書 (1995)
- 34) 金岡優：レーザー加工の実務, 日刊工業新聞社, 18-20 (2007)

第2章 レーザー穿孔を用いた構造用合板の透湿性向上

2-1. はじめに

本章では、構造用合板の透湿性向上に関する検討を述べる。レーザー穿孔に特徴的な樽形状による穿孔部における透湿性向上の機序を実験とモデル計算により明らかにする。これらの結果を受けて、レーザー穿孔を用いた構造用合板の今後の事業展開についても述べる。

2-1-1. 構造用合板の特徴と市場動向

1-2-6 項でも述べたように、日本に多い木造建築には耐震性が求められ、近年、筋交いに変わる構造用合板の導入が進んでいる。国土交通省が2013年に調べた新設住宅着工戸数で見ると、新築の約56%が木造住宅であり、一戸建てに絞ると新築着工戸数の木造率は約88%と非常に高い¹⁾。高い木造率の影響で、兵庫県南部地震では非常に多くの木造住宅の倒壊が発生している。兵庫県警察本部によれば、兵庫県南部地震における死者の88%が家屋倒壊における原因としており、家屋の倒壊を防げば尊い命を救えた可能性がある²⁾。耐震性で重要なことは、床や屋根に作用する地震力において建物を壊すことなく基礎・地盤へ流すことである³⁾。このような耐震性に対応するため、これまで筋交いは、簡便に利用可能であり長く利用されてきた。

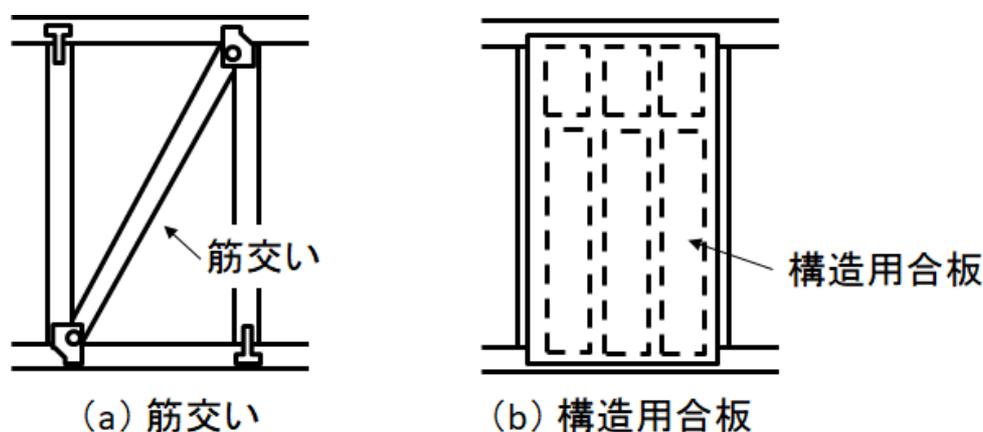


図2-1 筋交いと構造用合板

簡便に利用可能な筋交いの課題を解決したのが構造用合板である。筋交いの課題は、図 2-1 のように「強度の方向性がある」、「施工精度に左右される」、「力が分散されない」である⁴⁾。その結果、兵庫南部地震以降に広まったのが構造用合板である。



(a) 構造用合板 (厚み 24mm)



(b) 構造用合板を用いた建築事例⁵⁾

図 2-2 構造用合板を持いた建築事例と構造用合板

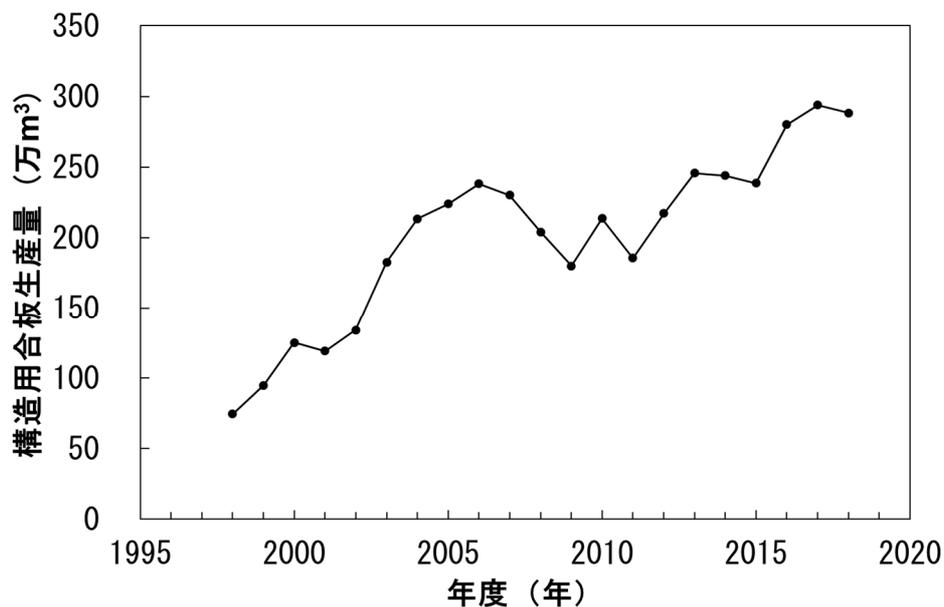


図 2-3 構造用合板生産金額の推移⁶⁾

構造用合板とは建築物の構造上重要な部位に使用する合板であり、丸太をカツラ剥きにした薄い板（単板、ベニヤと呼ばれる）を、接着剤で貼り合わせて作った板である⁷⁾。図 2-2 に構造用合板を用いた建築事例⁸⁾と床材等に使用される 24 mm 厚の構造用合板を示す。高

い強度、施工性の良さ、及び高い断熱性を有している構造用合板は、広く普及している重要な建材である^{9~11)}。構造用合板は、図 2-3 に示すように 20 年で生産が約 4 倍の伸び⁵⁾を示しており、多くの現場で利用されている。

2-1-2. 本章の目的と構成

本項では、今後も市場性が期待できる構造用合板について、目的と構成について記載する。1-2-6 項でも述べたように、耐震性の確保に重要な役割を担っている構造用合板であるが、柱や梁の全面を覆うように貼り付ける施工のため透湿抵抗が高い問題がある。構造用合板の透湿抵抗は、 $0.0081 \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ (12 mm 厚の比抵抗値から 9 mm 厚相当を算出)¹²⁾と断熱材であるグラスウールに比べて一桁程度高く^{13), 14)}、筋交いから構造合板に変わったことで生じた課題を記載する。筋交いから構造用合板になったことで、筋交いを使用する際にはあった空気の流れが、構造用合板では全面を覆うため、透湿抵抗が高くなり湿気が抜けにくくなった¹³⁾。室内の湿気を含んだ暖かい水蒸気が、グラスウールと構造用合板の境界付近では冷やされて、壁体内の温度が露点を下回ることで結露が生じる (図 2-4 (a))。その結果、シロアリや木材腐敗菌が増え、木造住宅の長寿命化に悪影響を及ぼす可能性が高まる¹⁵⁾¹⁶⁾。カビなどに起因する真菌孢子などを反復吸入して起こる夏型過敏性肺炎が我が国で起こる過敏性肺炎の 70%と大半を占めている¹⁷⁾。

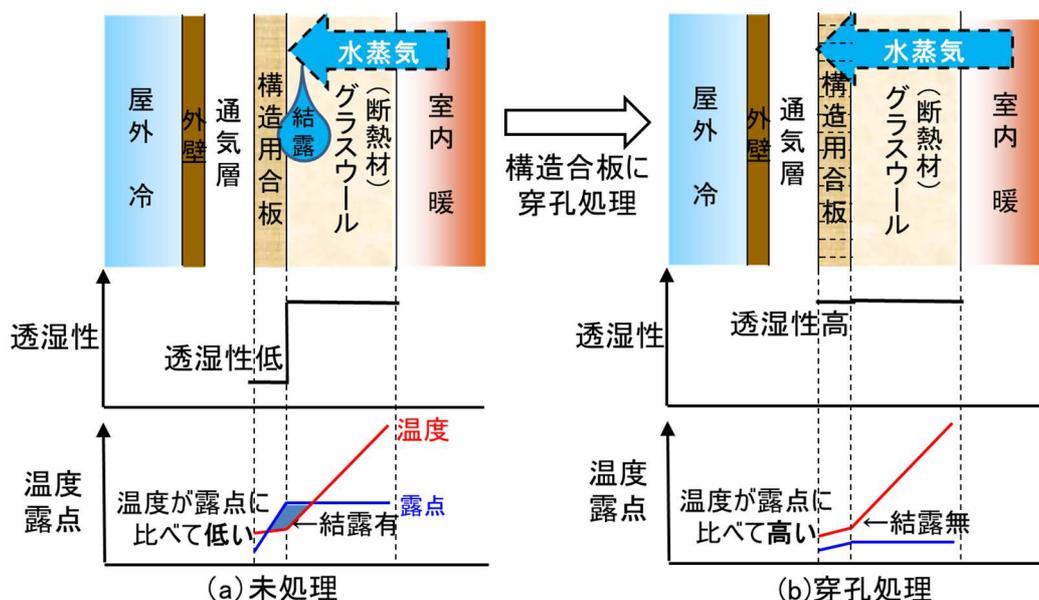


図 2-4 構造用合板での結露¹⁸⁾

構造用合板の課題について記載したが、透湿抵抗がグラスウールの $0.000588 \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ (一般的に使用される 100 mm 厚) ¹²⁾ 程度まで低減すれば上述した問題の改善が見込まれ利用価値が向上する。構造用合板に変わる火山性ガラス質複層板 ¹⁹⁾ ($0.0011 \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ (9 mm 厚) ²⁰⁾ のような建材自身の透湿性を高める手法も提案され上市されている。構造用合板の透湿抵抗を低減する方法として、約 5 cm の通気口を所定間隔に穿孔することにより、物理的な通気を確保する手法が提案されている ^{13) 21)}。さらに、服部らの研究 ²²⁾ でレーザー穿孔を用いて透湿抵抗を低下させており、透過面積に占める穴面積の総和の割合 (穴面積率) で、透湿抵抗を精度よく制御出来ることを示している。図 2-4 (b) のように透湿性が低い構造用合板にレーザー穿孔を行い、透湿性を高め、壁体内の湿度を低下させ、露点を下げることによって結露を防ぐ試みである。

ここでは、上記先行研究を参考に、プリント基板や鋼板などの加工において広く利用されているレーザー穿孔 ²³⁾ に注目し、その先行研究について述べる。先行研究として、炭酸ガスレーザーでは次のような研究が存在する。様々な木材や合板等における加工特性を示した研究 ^{24), 25) 26)} が存在する。他にも炭酸ガスレーザーを用いて、木材をレーザーによってカットリングすることで乾燥促進を行う研究 ²⁷⁾、 120 mm の深い穴を形成し圧力をかけることなく薬液を吸収させる研究 ²⁸⁾ も研究されている。紫外線領域に目を向けると、短波長から長波長 ($266, 355, 532, 1064 \text{ nm}$) での木材の加工特性 ²⁹⁾、紫外線レーザーを用いた木材の加工特性 ³⁰⁾、紫外線レーザーを用いた表面に近傍だけを加工しプラスチックを含浸させることで表面強度を上げる研究 ³¹⁾、等が存在する。先行研究より、炭酸ガスレーザー・紫外線レーザーによる加工が主流であり炭酸ガスレーザーが良く用いられている。微細な加工が必要とされる場合は紫外線が用いられるが、本研究では加工径も考慮し炭酸ガスレーザーを採用する。

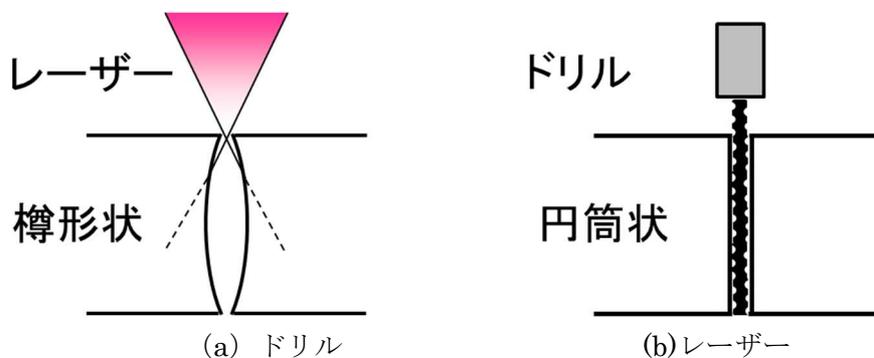


図 2-5 ウォール効果による穿孔形成

レーザー穿孔の特徴は、レーザーの集光照射条件によっては、図 2-5 に示すように、ウォール効果³²⁾や図 2-6 (a) のように焦点を円形上に回転させて加工を行うトレパニングの穿孔の場合に、熱が籠ることによって、図 2-6 (b) のように穴の内面中央部が膨らんだ樽形状³³⁾となることが知られており、単純な円筒形の穴となるドリルによる機械加工にはない特徴がある。この樽形状が透湿抵抗にどのような影響があるかは分かっていない。服部らの研究²²⁾でも、形成された穴の形状に関する検討はなされていない。一方、レーザー穿孔は熱加工であるため穿孔部内面が炭化すると予測され、炭化の影響についての検討も必要である。

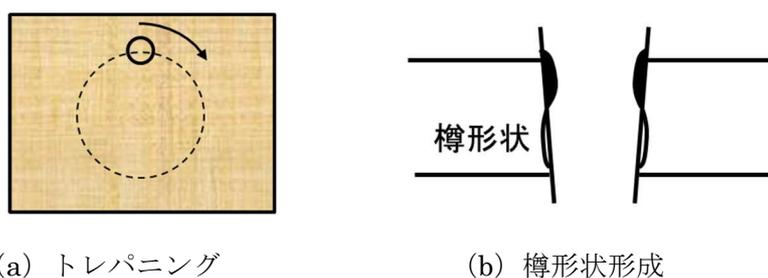


図 2-6 トレパニングによる樽形状形成

透湿抵抗の低減は水蒸気の移動促進であり、水蒸気分圧差による壁体内の水蒸気移動である「拡散型」や、温度差・風力を駆動源とした「空気移流型」が示されている²¹⁾。先行研究では、穿孔が無い場合は、「拡散型」、穿孔があり温度差や風力がある場合は「空気移流型」が報告されている。しかし、先行研究では構造用合板に穿孔がある状態で水蒸気分圧差に伴う、穿孔部の水蒸気移動の機序と断面形状の依存性については言及されていない。

従って、本章の目的は、「拡散型」と水蒸気分圧差に起因する空気の流入による「空気移流型」の寄与について実験とモデル解析で明らかにするとともに、断面形状の透湿性に与える影響について明らかにすることとした。

本章の構成について記述する。2.2 節では、穿孔部を通り抜けた水蒸気移動について透湿試験により、透湿抵抗の穿孔形状に対する依存性を定量把握した。2.3 節では、その穿孔部を通り抜けた水蒸気移動を可視化し、穿孔部における水蒸気移動の機序を明らかにした。最後に、その水蒸気移動をモデル化し、樽形状の断面形状が透湿抵抗に与える影響について検討した。2.4 節では、事業化を行う上での検討事項と今後の予定について述べる。2.5 節でまとめとする。

2-2. レーザー穿孔による透湿性向上

2-2-1 項として、穿孔断面形状が透湿性に与える影響を調べるため、まず、レーザー・ドリルで穿孔した試験体を準備した。次に、2-2-2 項として、透湿性の向上に重要となる穿孔部における断面形状について述べる。レーザー穿孔とドリル穿孔で断面形状の違いを計測し、さらにモデル化を行うため数式化を行った。2-2-3 項にその試験体を JIS A 1324 建築材料測定方法³⁴⁾に従い、透湿抵抗を計測した。その結果、 $\phi 1\text{ mm}$ では樽形状を示すレーザー穿孔が円筒形状を示すドリル穿孔に比べ、2.7 倍ほど流束が大きくなり、透湿抵抗が 37% 低減した。一方で $\phi 5\text{ mm}$ ではレーザー穿孔、ドリル穿孔とも円筒形状を示し、ドリル穿孔に比べレーザー穿孔の流束も 1.1 倍とそれほど変わらなかった。レーザー穿孔ではどちらも穿孔断面が炭化することが生じるため、樽形状と円筒形状の形状差によるものではないかと推測された。

2-2-1. 試験体

12 枚の試験体 ($270 \times 270\text{ mm}$) を図 2-7 に示す表面と裏面がホクヨウカラマツ (2.5 mm)、内部がスギ (4 mm) で構成される 3 プライの厚さ 9 mm の 1 枚の構造用合板から切り出した。1-1-2 項で既に述べたように人工林の利活用促進が課題であり、人工林の多くはスギであるため用いた。構造用合板の厚みは、よく壁材として用いられる 9 mm とし、透湿試験に用いるためその JIS A 1324 建築材料測定方法³⁴⁾に従い、構造用合板 ($270 \times 270\text{ mm}$) を用いた。穿孔径、穴面積率、穿孔方法 (レーザー、ドリル) の違う試験体を準備した。



図 2-7 試験体の一部 (断面)

レーザー穿孔で特徴的な樽形状の検証と炭化の有無の比較を示すために $\phi 1\text{ mm}$ と $\phi 5\text{ mm}$ の試験体の穿孔について記載する。穿孔径 (合板表裏面における口径) は、樽形状による効果の効率的な検証のため、レーザー穿孔でより樽形状が顕著となる小さな径として $\phi 1\text{ mm}$

を選択し、同径で円筒形状となるドリル穿孔を比較対象とする。表面炭化の有無の比較には、レーザー穿孔によって円筒形状となりやすい大きな径として $\phi 5\text{ mm}$ を選択し、表面炭化のないドリル穿孔も同径とする。試験体数は3とした。穴面積率は先行研究²²⁾の0.45%を目安に、図2-8に示すように、穿孔数と穿孔間隔は $\phi 1\text{ mm}$ 、 $\phi 5\text{ mm}$ でそれぞれ、0.45%と0.50%となるように、 $\phi 1\text{ mm}$ 、 $\phi 5\text{ mm}$ でそれぞれ、361個と66.1個、16個と13.2個とし、いずれも等間隔配置とした。

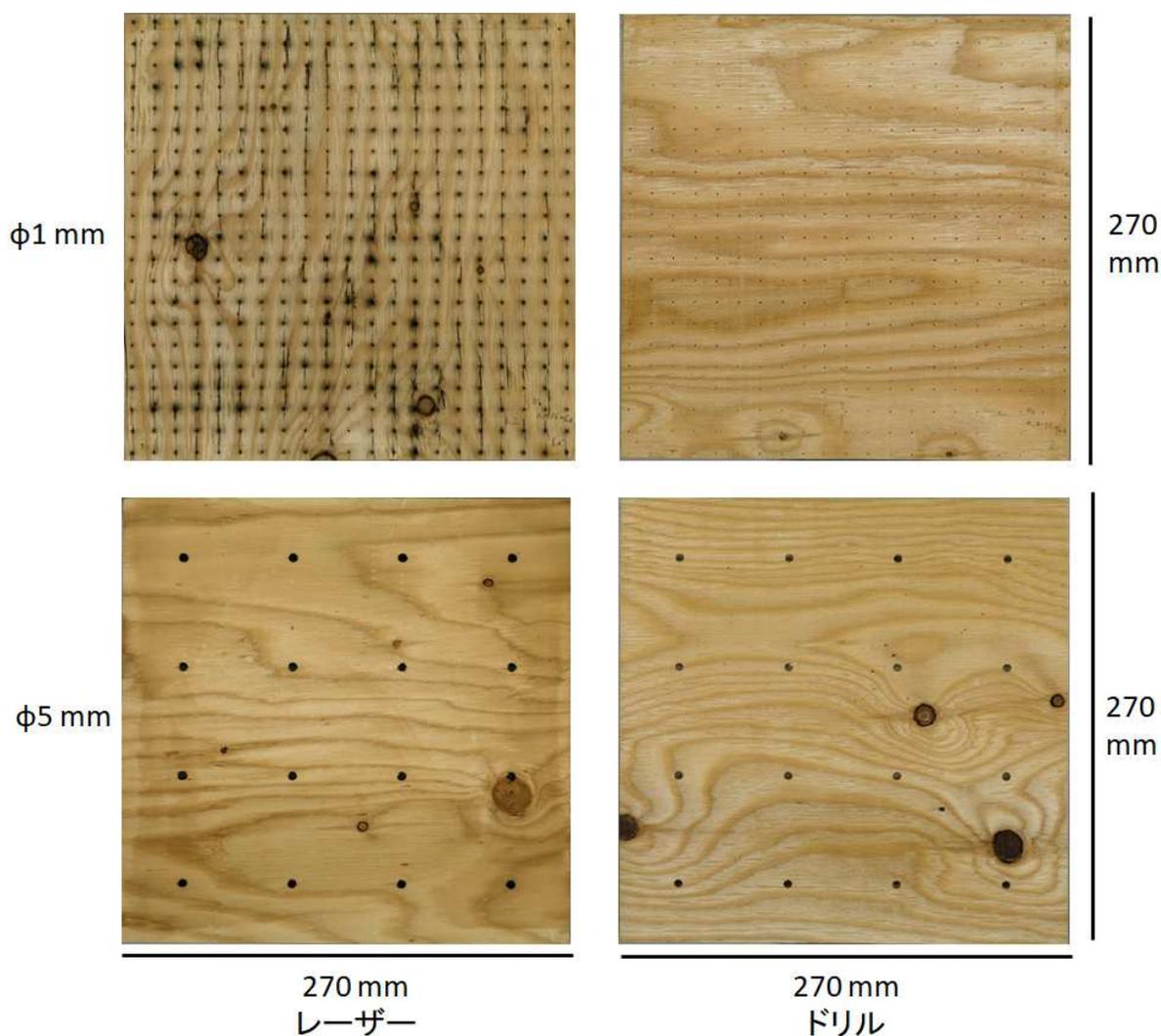


図 2-8 穿孔された合板の外観

レーザーとドリルの $\phi 1\text{ mm}$ と $\phi 5\text{ mm}$ の穿孔条件について記載し、図2-9に穿孔に用いた装置を示す。炭酸ガスレーザーを集光照射し、集光点を円周状に走査して穿孔を行う。用いた炭酸ガスレーザー（シンラッド製：P250）は、平均パワー11 W、繰り返し周波数1

kHzである。F値3.87でセレン化亜鉛（ZnSe）平凸レンズにより集光し、焦点距離は50 mm、集光径100 μm程度である。φ1 mmでは0.31 mm/sec速度、φ5 mmでは円周を0.26 mm/secで走査して加工した。加工時間はφ1 mmで1穿孔あたり10秒、φ5 mmは1穿孔あたり1分とした。ドリル穿孔はNCボーリングマシン（シンクス製：SCNB-25）を用い、1 mmドリル（GUHRING製：SPIRALBOHRER 00217-1.0）、5 mmドリル（NACHI製：ストレートシャンクドリルSD5）をそれぞれ用いた。回転数は10,000 rpmで送り速度は4 m/minとした。



(a) レーザー加工装置



(b) ドリル加工装置

図 2-9 穿孔装置

2-2-2. 断面形状計測

穿孔部が透湿性に与える影響を明らかにするため、断面形状計測方法について記載する。透湿試験で用いた1つの試験体からの15穴の抜き取り穿孔中心軸を通る面上で試験体をバンドソー（ホーザン製：K-100）により切断し、その断面を観察してスキャナーで記録した。次に、試験体の表面・中間面・裏面における穿孔径をそれぞれ計測した。計測にはデジタルノギス（ミットヨ製：CD-15APX）を用いた。

得られた穿孔形状を式で表すため、図2-10のように中心を原点、穿孔中心軸をz軸とし、径方向にr軸を取り、穴深さをdとする。断面形状R(z)は、中心点R₀(a, 0)、半径bの円上の一部であるため、

$$R(z) = a + \sqrt{b^2 - z^2} \quad (1)$$

と表せ、 $a < 0$ 、 $r > 0$ と $-d/2 \leq z \leq d/2$ である。表面断面・中間面・裏面における穿孔径の各値からa、bを求め、(1)式を確定し断面形状とした。

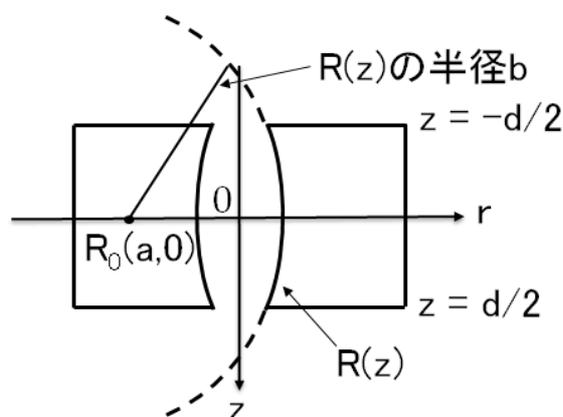


図 2-10 穿孔断面模式図

断面形状の計測結果を示し、レーザーとドリル、 $\phi 1 \text{ mm}$ と $\phi 5 \text{ mm}$ の違いについて記述する。穿孔断面の形状を図 2-11 に示した。レーザー穿孔では、熱加工に伴う構造用合板の炭化が見られたのに対し、ドリル穿孔では、炭化は見られなかった。

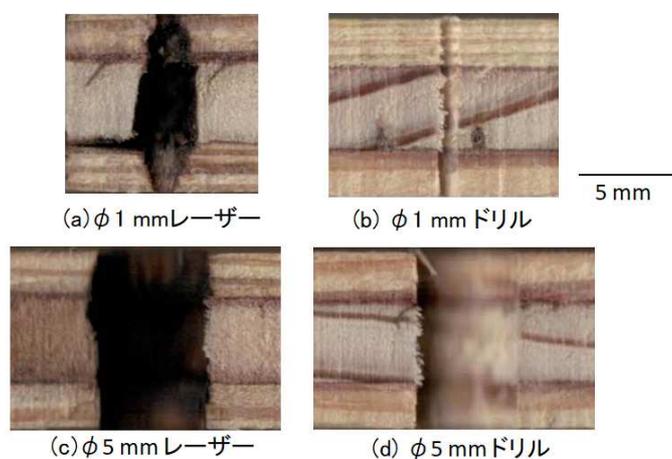


図 2-11 穿孔の断面形状

穿孔断面形状が樽形状となっているかどうかを確認するために、表 2-1 に穿孔断面の穿孔径の計測結果を示す。 $\phi 1 \text{ mm}$ において、ドリル穿孔ではいずれの箇所においても同じ径だが、レーザー穿孔では、中間面は表面・裏面と比べ 150% 増 (1.5 mm 増) と大きく、樽形状を確認した。 $\phi 5 \text{ mm}$ において、ドリル穿孔ではいずれの箇所においても同じ径だが、レーザー穿孔では、中間面は表面と裏面と比べ 6% 増 (0.3 mm 増) と小さく、円筒形状に近い形状を確認した。

計測した穿孔径を用いて式を求める。 $\phi 1 \text{ mm}$ ではレーザー穿孔の $R(z)$ は、 $(r, z) = (0.5 \text{ mm}, 4.5 \text{ mm}), (1.25 \text{ mm}, 0 \text{ mm})$ を通り、

$$R(z) = -12.625 + \sqrt{13.875^2 - z^2}$$

となる。ドリル穿孔の場合は $R = 0.5 \text{ mm}$ である。同様に、 $\phi 5 \text{ mm}$ でのレーザー穿孔の $R(z)$ は、 $(r, z) = (2.5 \text{ mm}, 4.5 \text{ mm}), (2.65 \text{ mm}, 4.5 \text{ mm})$ を通るため以下の通りである。

$$R(z) = -64.925 + \sqrt{67.575^2 - z^2}$$

ドリル穿孔の場合は $R = 2.5$ である。

表 2-1 穿孔断面径

(a) $\phi 1 \text{ mm}$

	レーザー		ドリル	
	平均値 (mm)	標準偏差	平均値 (mm)	標準偏差
表面	0.983	3.86×10^{-2}	0.975	2.10×10^{-2}
中間面	2.50	6.32×10^{-1}	0.979	2.45×10^{-1}
裏面	1.01	6.94×10^{-2}	0.975	2.26×10^{-2}

(b) $\phi 5 \text{ mm}$

	レーザー		ドリル	
	平均値 (mm)	標準偏差	平均値 (mm)	標準偏差
表面	4.99	5.24×10^{-2}	4.99	2.67×10^{-2}
中間面	5.30	8.90×10^{-2}	4.98	3.00×10^{-1}
裏面	5.04	1.14×10^{-1}	4.99	2.92×10^{-2}

2-2-3. 試験体の透湿性測定

穿孔径と穿孔断面の形状による試験体の透湿性の違いを示すため、JIS A 1324 建築材料の透湿性測定方法³⁴⁾に従い測定した。試験体を $23 \text{ }^\circ\text{C}$ 、50%の環境で恒量になるまで調湿した後、図 2-12 のように、透湿カップの底に吸湿材として粒状の塩化カルシウム（関東化学：水分測定用）を敷き、それを覆うように試験体を目張りしながら固定した。

上記で準備した試験体を図 2-13 のように温度 $23 \text{ }^\circ\text{C}$ 、湿度 50%の恒温恒湿槽（エスペック製：PL-4GT）内に設置し透湿測定した。透湿カップ全体の重量を電子天秤（エー・アンド・デイ製：GX-6100）で 24 時間間隔にて計測し、増加分を塩化カルシウムの吸湿量として、その時間変化の傾きから透湿抵抗を求める。恒温恒湿槽の温湿度は温湿度ロガー

（HIOKI 製：LR5001）で記録し、透湿カップ内の温度湿度も同条件下で計測する。樽形状

が顕著となる $\phi 1 \text{ mm}$ については同じ試験体を再現性の検証のため 3 つの試験体についてそれぞれ 2 回実験を行い 6 つのデータを取得する。穿孔による透湿性の向上を確かめるため、同一合板内から切り出した無穿孔の未処理の合板も試験体とする。試験体数は 1 とする。

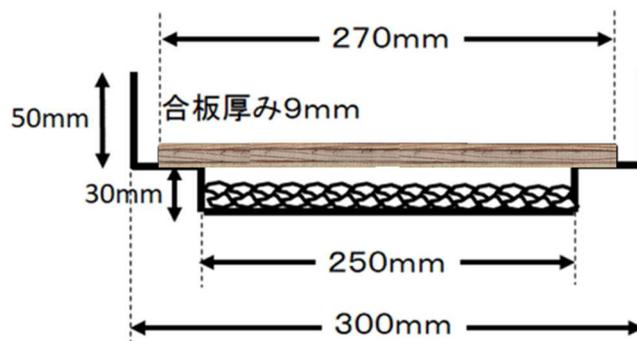


図 2-12 透湿カップに取り付けた試験体模式図



図 2-13 恒温恒湿槽の実験風景

ドリルとレーザーと未処理の透湿実験結果について示す。透湿実験で得た吸湿量の時間変化を(a) $\phi 1 \text{ mm}$ と(b) $\phi 5 \text{ mm}$ として図 2-14 に示す。レーザーは黒丸で表し、ドリルは三角、未処理は四角で表しており、レーザーとドリルは記号における大中小のそれぞれが別々の試験体に対応している

本結果を図 2-14 のグラフから水蒸気移動に関して述べる。全ての結果は、最小二乗法による直線近似で R^2 が 0.99 程度と、ほぼ時間に比例した変化を示している。この傾きの逆数が透湿抵抗を示し、各試験体はほぼ一定の値となることから、透湿においては定常的な現象により水分移動が起きていると言える。

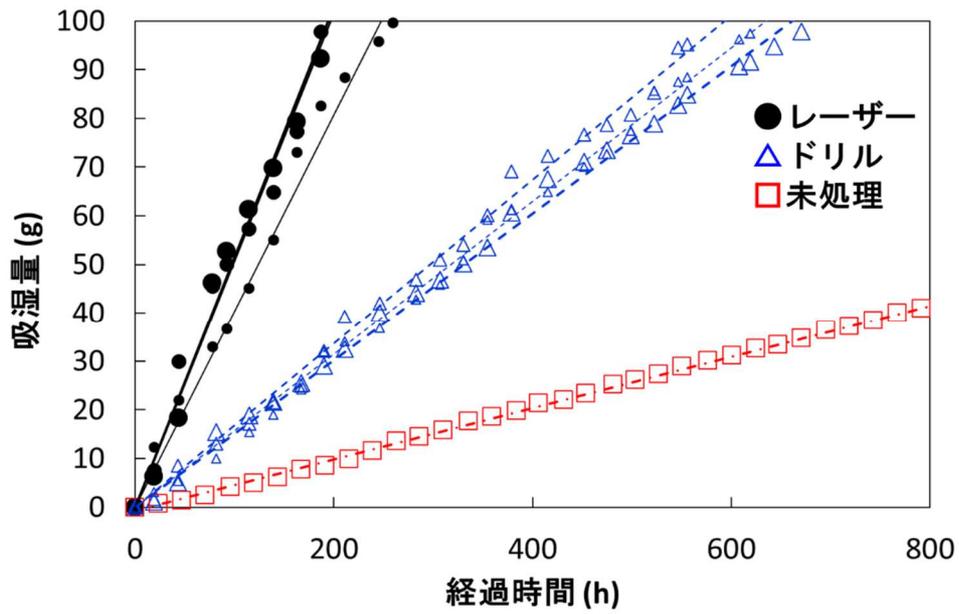
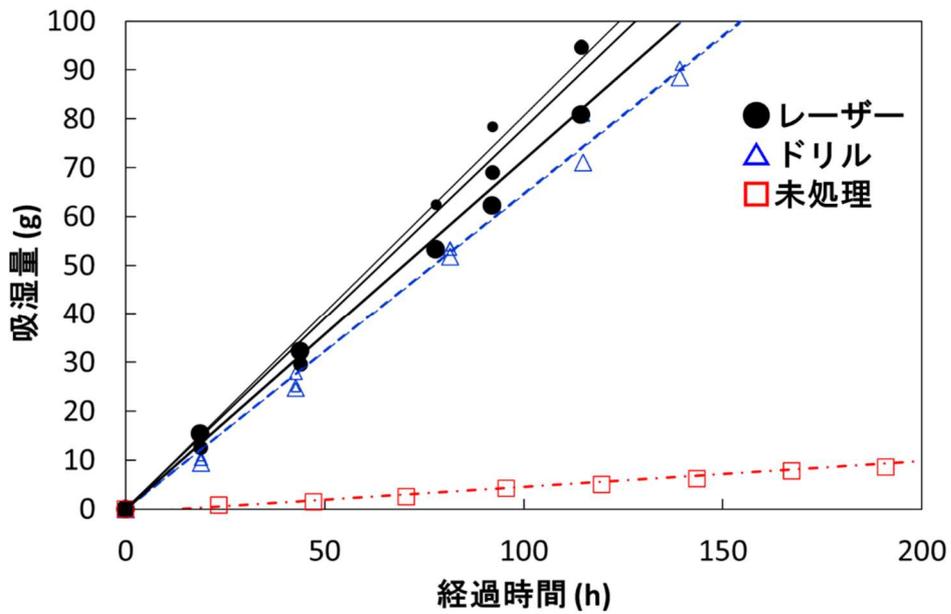
(a) $\phi 1 \text{ mm}$ (b) $\phi 5 \text{ mm}$

図 2-14 透湿実験における吸湿量の時間変化

単位時間あたりの吸湿量が水蒸気の流束であり、図 2-14 の傾きが流束である。 $\phi 1 \text{ mm}$ と $\phi 5 \text{ mm}$ における流束を表 2-2 に示す。 $\phi 1 \text{ mm}$ において、ドリル穿孔は $(1.1 \pm 0.16) \times 10^{-10} \text{ kg/sec}$ で、レーザー穿孔は $(3.0 \pm 0.24) \times 10^{-10} \text{ kg/sec}$ となり、ドリル穿孔に比べて 2.7 倍ほど流束が大きい。数値の幅は試験体数 3 における標準偏差である。一方で $\phi 5 \text{ mm}$

において、ドリル穿孔は $(1.2 \pm 0.057) \times 10^{-8}$ kg/sec で、レーザー穿孔は $(1.3 \pm 0.066) \times 10^{-8}$ kg/sec であり、ドリル穿孔に比べて 1.1 倍ほどで $\phi 1$ mm の場合とは異なり、流束はドリル穿孔とレーザー穿孔でそれほど変わらない。

表 2-2 透湿実験による流束

(a) $\phi 1$ mm

レーザー		ドリル	
流束 (kg/sec)	標準偏差	流束 (kg/sec)	標準偏差
3.0×10^{-10}	2.4×10^{-11}	1.1×10^{-10}	1.6×10^{-11}

(b) $\phi 5$ mm

レーザー		ドリル	
流束 (kg/sec)	標準偏差	流束 (kg/sec)	標準偏差
1.3×10^{-8}	6.6×10^{-10}	1.2×10^{-8}	5.7×10^{-10}

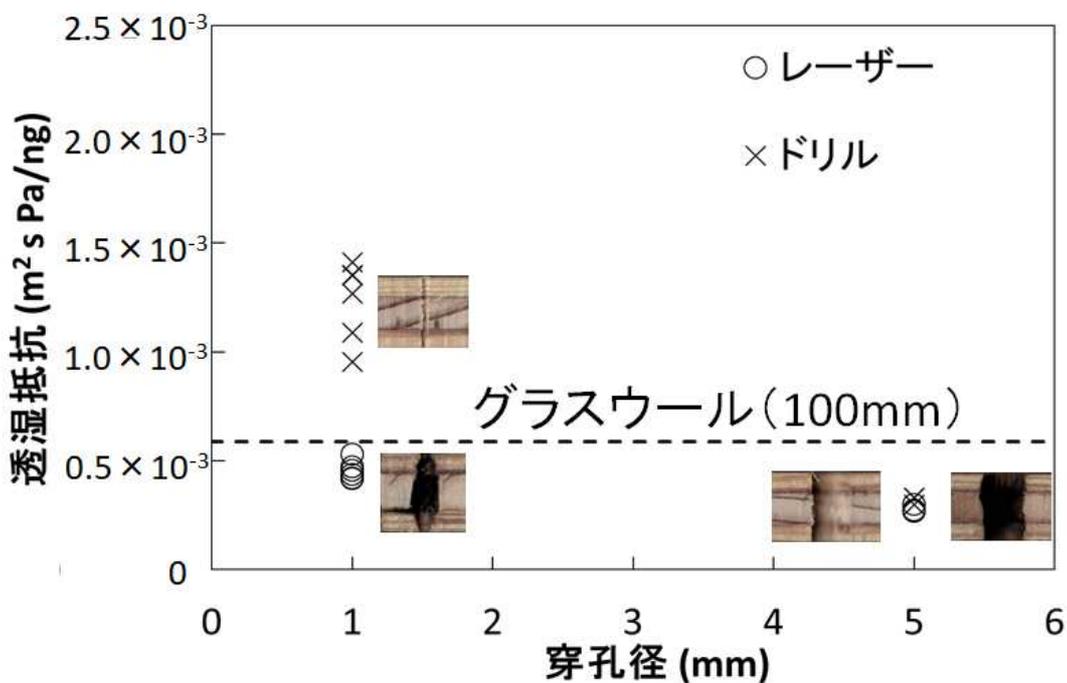


図 2-15 透湿抵抗結果

図 2-15 に図 2-14 の傾きの逆数から求めた透湿抵抗を示し、各穿孔径における透湿抵抗とグラスウールのそれと比較する。φ1 mm において、ドリル穿孔は $(1.2 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ で、レーザー穿孔は $(4.5 \pm 0.38) \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ となった。φ5 mm において、ドリル穿孔は $(3.2 \pm 0.15) \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ で、レーザー穿孔は $(2.8 \pm 0.14) \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ となった。全てのデータが未処理の $4.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s Pa/ng}$ より大幅に低減した。φ1 mm のドリル穿孔は、目標であるグラスウールの透湿抵抗を下回るものはなかったが、レーザー穿孔は、すべての実験結果が目標であるグラスウールの透湿抵抗を下回った。φ5 mm のドリル穿孔、レーザー穿孔ともに目標であるグラスウールの透湿抵抗を下回った。

φ1 mm では樽形状を示すレーザー穿孔が円筒形状を示すドリル穿孔に比べ、2.7 倍ほど流束が大きくなり、透湿抵抗が 37% 低減された。一方で φ5 mm ではレーザー穿孔、ドリル穿孔とも円筒形状を示し、ドリル穿孔に比べレーザー穿孔の流束も 1.1 倍とそれほど変わらなかった。レーザー穿孔ではどちらも穿孔断面が炭化することが生じるため、樽形状と円筒形状の形状差によるものではないかと推測される。次節 (2.3 節) で水蒸気移動の機序を解明することで穿孔断面の形状差によるものであるかも含め詳細に述べる。

2-3. 水蒸気移動の機序解明

前節 (2.2 節) では、円筒形状と樽形状という穿孔断面の形状差によって透湿抵抗が低減していると示唆されたが、本節では水蒸気移動をモデル化し、実験結果と比較することでその機序を明らかにした。穿孔部を持つ試験体を高湿・低湿環境でそれぞれ挟み、高湿度空気が穿孔を通過して移動する様子を観察した。水蒸気移動をモデル化し、透湿実験結果と比べることにより機序の解明を行った。その結果、穿孔断面の形状や半径依存性を表すモデル計算が実験値を良く再現したことは、レーザーの場合とドリルの場合の透湿性の違いが、穿孔の形状の差に起因していることが分かった。

2-3-1. 動画による流速測定

図 2-16 のように、穿孔部を持つ試験体を高湿・低湿環境でそれぞれ挟み、高湿度空気が穿孔を通過して低湿側に移動する様子をまず観察し、動画によって流速を求める。高湿側は、可視化用の線香の煙とともに高湿度の空気を密閉空間内に充満させ、温湿度は 23.6℃、85.1% である。低湿側には吸湿剤 (塩化カルシウム粒剤) を十分に置き、温湿度は 23.7℃、33.6% である。試験体は、中央にひとつの φ5 mm ドリル穿孔を設けた厚さ 9 mm の構造用

合板である。まず穿孔部を塞ぎ、目視で煙の対流等がほぼ確認できない落ち着いた状況になった後、穿孔部を開放し、カメラ（パナソニック製：DMC-GM1K）により動画撮影し、高湿空気流の速度を求める。

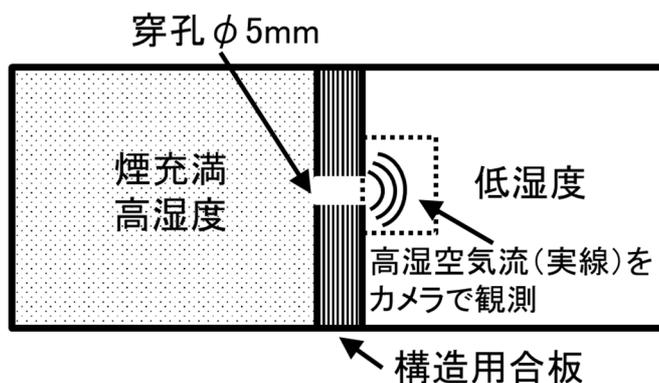


図 2-16 動画による流速測定のご概念図

撮影動画から得た典型的な静止画を図 2-17 に示し、拡散か移流かを確認、動画から高湿空気流の速度を求める。図 2-17 の左に構造用合板があり、その構造用合板の中央に穿孔から画像中央に向かって、煙が一筋の流れとして確認ができる。よって透湿抵抗の低減は、拡散ではなく移流による水蒸気の移動が支配的であることが推測される。さらに、2-3-2 項に示すモデル計算で必要となる速度は、撮影した動画で一定時間内に高湿空気流が進行する距離を 5 点目視で解析し流速は、 $(7.6 \pm 3.2) \times 10^{-2} \text{ m/sec}$ と求められた。

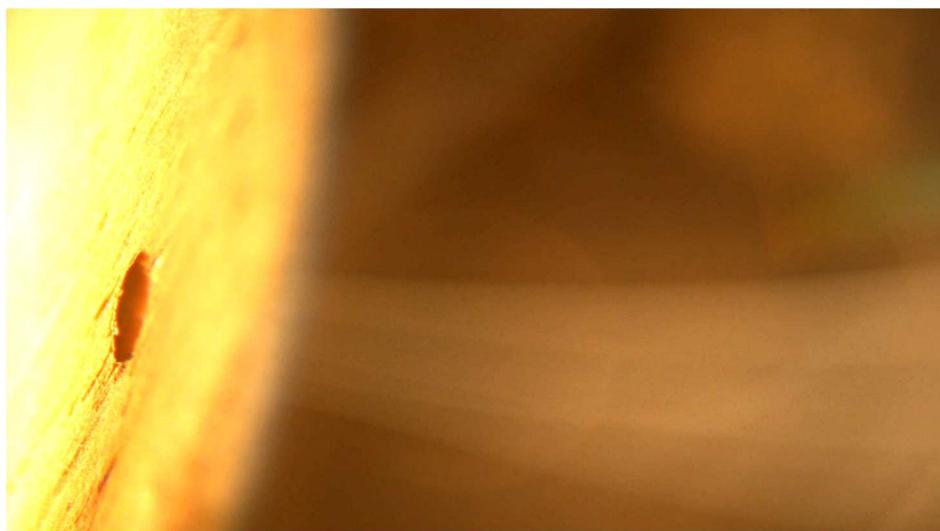


図 2-17 水蒸気圧力差が大きい場合の高湿空気流

高湿度空気流の湿度差依存性について確認するため、水蒸気の絶対湿度比が表 2-3 に示す 3 種類の条件で実験を行った。

表 2-3 水蒸気圧力差がほぼない場合の実験条件

(a) 絶対湿度比 1.16 倍（相対湿度差 5%）の場合

	絶対湿度 (kg/m ³)	温度 (°C)	相対湿度 (%)
煙充滿側	7.56×10^{-3}	22.8	36.6
煙なし側	6.51×10^{-3}	22.9	31.6

(b) 絶対湿度比 1.07 倍（相対湿度差 1.6%）の場合

	絶対湿度 (kg/m ³)	温度 (°C)	相対湿度 (%)
煙充滿側	7.31×10^{-3}	22.1	35.4
煙なし側	6.82×10^{-3}	21.8	33.0

(c) 絶対湿度比 0.94 倍（水蒸気圧力差が逆転）の場合

	絶対湿度 (kg/m ³)	温度 (°C)	相対湿度 (%)
煙充滿側	6.60×10^{-3}	22.2	32.0
煙なし側	7.00×10^{-3}	21.8	33.0

各条件における典型的な静止画を図 2-18 に示す。絶対湿度比が 1 より大きい (a) や (b) の場合は、図 2-17 の場合も含めその比が大きいほど、大きな速度で煙の流入は確認され、(c) の 1 未満の場合は流入がないことが、確認できた。絶対湿度比が 1 未満で流入がないというのは、煙の濃度分布による拡散が起こり得るのにわずかな水蒸気圧力差による駆動力により流入が阻まれているのか、もしくは、大変小さい拡散による流入が目視で確認できなかったのか、のいずれかの可能性が考えられる。水蒸気圧力差が無い絶対湿度比 1 の条件は実験上実現が難しかったものの、それを挟んだ上記各条件を試したことで、水蒸気圧力差の無い場合における流入は小さいということが分かった。これにより、拡散による流入はとても小さいこと、水蒸気圧力差が駆動源として支配的であること、が実験的に明らかとなった。

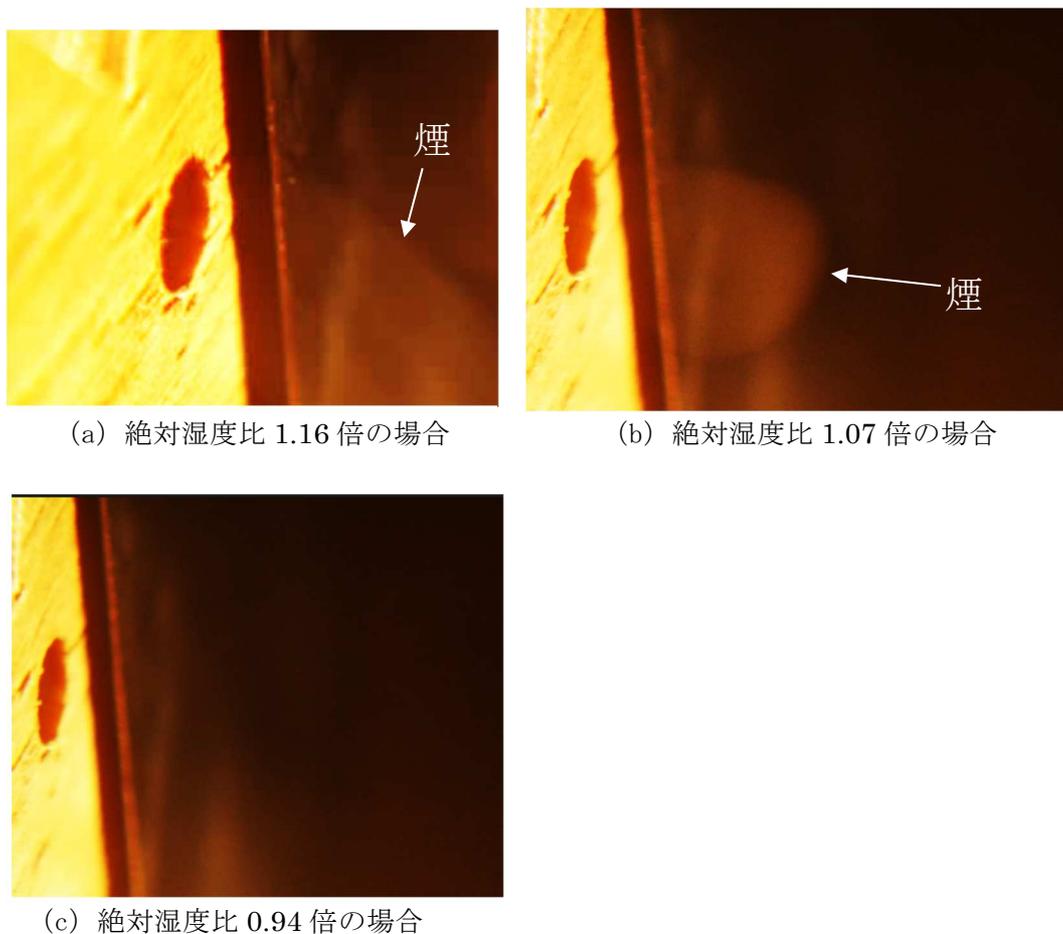


図 2-18 水蒸気圧力差がほぼない場合の高湿空気流

2-3-2. 水蒸気移動のモデル化

2-2-3 項で透湿実験により求めた流束に対し、モデル計算により流束 Q を求めて比較し、穿孔形状が透湿抵抗に与える影響を定量的に考察する。図 2-19 に、軸対称構造を持つ穿孔部を模式的に示す。

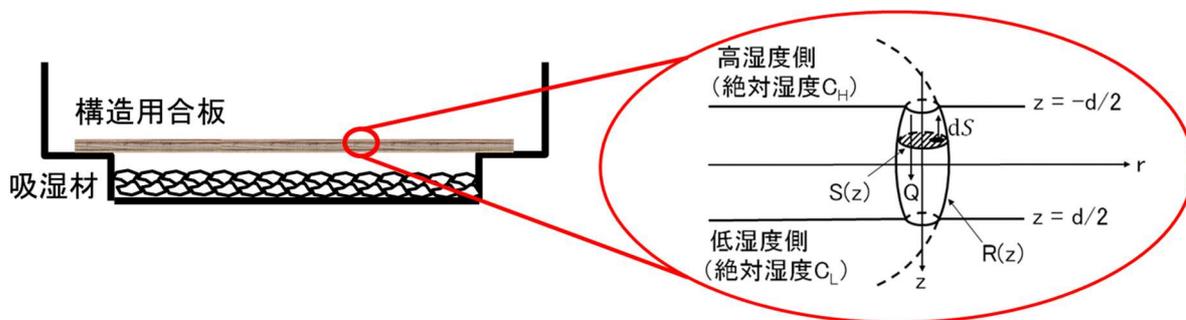


図 2-19 軸対称構造をもつ穿孔部の模式図

2-3-1 項で実験的に、拡散ではなく移流による水蒸気の移動が支配的であることが示唆された。拡散の寄与がどれほどであるかを、拡散モデルを立て確かめる。フィックの第二法則³⁶⁾を用いて拡散流束密度 $\vec{q}(r, z)$ は次式で示される。

$$\vec{q}(r, z) = -D\nabla C(r, z) \quad (2)$$

ここで、 D は拡散係数、 C は絶対湿度である。

この時、穿孔部内を流れる z 方向の拡散流束 Q は \vec{q} と z 軸に垂直な面要素 $d\vec{S}$ の内積を積分したものであり(3) 式で表される。

$$Q(r, z) = \int d\vec{S} \cdot \vec{q}(r, z) \quad (3)$$

z 方向の流れに比べて、穿孔部内表面に吸収される水分量は十分小さく、かつ半径 $R(z)$ が厚さ d に比べ十分小さいため、 r 方向の湿度変化は極めて小さい。そのため、 $C(r, z)$ は r 方向の平均値 $\langle C(r, z) \rangle$ とできる。さらに、水分濃度の時間変化がない定常状態として Q は一定であり、断面 $S(z)$ を通過する z 方向の拡散流束 Q は、(2) 式を(3) 式に代入し積分することで次の(4) 式で表され、(5) 式に変形できる。

$$Q = -\pi R(z)^2 D \frac{d}{dz} \langle C(r, z) \rangle \quad (4)$$

$$-\frac{d\langle C(r, z) \rangle}{dz} = \frac{Q}{\pi R(z)^2 D} \quad (5)$$

両辺を $z = -d/2$ から $d/2$ まで定積分し(6) 式を得る。

$$C_H - C_L = \int_{-d/2}^{d/2} \frac{Q}{\pi R(z)^2 D} dz \quad (6)$$

以上から、(6) 式より拡散流束 Q は (7) 式となる。

$$Q = (C_H - C_L) / \int_{-d/2}^{d/2} \frac{1}{\pi R^2(z) D} dz \quad (7)$$

ここで、 C_H や C_L は、飽和水蒸気量 a にそれぞれの相対湿度を乗算し求められる。飽和水蒸気量 a (kg/m^3)は飽和水蒸気圧 P (hPa)や温度 T ($^\circ\text{C}$)を用いて次のように表される³⁷⁾。

$$a = 0.217 \times P / (T + 273.15) \quad (8)$$

飽和水蒸気圧 P (hPa)は Murray³⁷⁾の式を用い

$$P = 6.1078 \times e^{(17.27 \times T) / (237.3 + T)} \quad (9)$$

で求めることができる。温度 T ($^{\circ}\text{C}$)における拡散係数 D (cm^2/s)は大気圧の場合、次式となる³⁸⁾。

$$D = 0.241 + 0.0015 \times (T - 15) \quad (10)$$

これらより、透湿実験で求めた実験値と、実測された形状を元に計算で求めた拡散モデル値を比較し表 2-4 に示した。実験値に比べ拡散モデル値は、1桁～2桁程度低い値であることが分かった。

表 2-4 流束の実験値と拡散モデル値の比較

(a) $\phi 1 \text{ mm}$		
	レーザー	ドリル
	流束 (kg/sec)	流束 (kg/sec)
実験値	3.0×10^{-10}	1.1×10^{-10}
拡散モデル値	5.1×10^{-11}	1.5×10^{-11}
(b) $\phi 5 \text{ mm}$		
	レーザー	ドリル
	流束 (kg/sec)	流束 (kg/sec)
実験値	1.3×10^{-8}	1.2×10^{-8}
拡散モデル値	4.2×10^{-10}	3.8×10^{-10}

従って、実験と拡散モデルによる計算結果より、拡散ではなく移流のみに着目し議論を行う。内外の湿度差により生じる水蒸気の移流により透湿性が決まると考えれば流束 Q は (11) 式で表される。

$$Q = S(z) \langle C(z)v(z) \rangle \quad (11)$$

$S(z)$ は穿孔断面積、 $C(z)$ は水蒸気の密度、 $v(z)$ は空気速度である。

全圧力 $P(z)$ を z の関数として記述することで全圧変化を推測する。空気と水蒸気の混合気体の全圧力 $P(z)$ は空気の分圧を $P_A(z)$ 、水蒸気分圧を $P_W(z)$ とし、 $P(z) = P_A(z) + P_W(z)$ である。高湿度側から低湿度側に対して全圧力差が生じると、低湿度側に高湿空気流が移流する。低湿度側では水蒸気は、吸湿剤により取り込まれ分圧が下がり、空気は空気分圧の低い構造用合板から抜ける。従って低湿度側の全圧力は高湿度側に比べ、 $\beta(P_W(z) - P_W(-d/2))$

だけ低くなると推測される ($\beta < 1$)。すなわち、穿孔内の全圧力の変化は以下の様になると推測できる。

$$\begin{aligned} P(z) &= P_A(z) + P_W(z) \\ &= P\left(-\frac{d}{2}\right) + \beta \left(P_W(z) - P_W\left(-\frac{d}{2}\right) \right) \end{aligned} \quad (12)$$

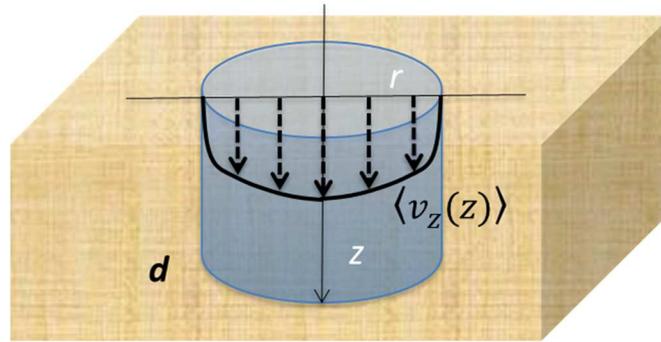


図 2-20 穿孔部における 2 次元の流れ

図 2-20 で示すように流速 $v_z(z)$ は 2 次元の流れ³⁹⁾で示せる。空気と水蒸気の混合気体の流速は、粘性応力と圧力勾配のつり合いで決まる。すなわち、実効的な粘性係数を μ とすると

$$\mu \frac{\langle v_z(z) \rangle}{R(z)^2} = -\frac{dP(z)}{dz} = -\beta \frac{k_B T}{M} \frac{dC(z)}{dz} \quad (13)$$

から混合気体の速度が求まる。ここで、 $P_W = \frac{k_B T}{M} C$ である。

場所 z の位置の断面の半径を $R(z)$ とし、 M は空気分子の質量、 T は温度である。 k_B はボルツマン定数である。

今回の実験条件では、分子粘性のみの場合の流速 $\langle v_z(z) \rangle$ より、推測される流れのレイノルズ数 R_e は次式で表される。

$$R_e = \frac{d \langle v_z(z) \rangle}{\nu}$$

ν は動粘度であり空気の場合は、 $1.501 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$ ⁴⁰⁾ である。ここで $\langle v_z(z) \rangle$ を (13) 式より決定し、上式からレイノルズ数 R_e が求まる。(13) 式で実験結果より β を 1×10^{-3} とすると、レイノルズ数 R_e は 13,000 程度となる。レイノルズ数が $10^2 \sim 10^5$ の場合、**エラー! 参照元が見つかりません**。レイノルズ数による流れの変化 (概念図) の (d) に示した状態になる。この状態は、非定常かつ非周期的な流れが形成されている状態である⁴¹⁾。

従って、流れは乱流になると考えられ、実効的な粘性係数は以下のようになる。

$$\mu = \alpha \rho \langle v(-d/2) \rangle d = \alpha \frac{\rho Q d}{\pi R(-d/2)^2 \langle C(-d/2) \rangle} \quad (14)$$

ここで、 ρ は空気の密度、 $\langle v(z) \rangle$ 、 $\langle C(z) \rangle$ は、場所 z の穿孔断面のそれぞれ平均流速と平均密度、 d は穿孔の長さ、 $R(-d/2)$ は穿孔表面の半径である。

これらより、水蒸気の流束は、

$$Q = \pi R(z)^2 \langle C(z) \rangle \langle v(z) \rangle = - \frac{\pi \beta C(-d/2) R(-d/2)^2 R(z)^4 k_B T d \langle C(z) \rangle^2}{2 \alpha \rho Q d M dz} \quad (15)$$

Q が場所 z によらず一定なので、(15) 式の積分から、以下の関係を得る。

$$Q = \sqrt{\beta/\alpha} \langle R(-d/2) \rangle \sqrt{\frac{\pi \Delta \langle C \rangle^2 \langle C(-d/2) \rangle k_B T}{2 \rho \int_{-d/2}^{d/2} \frac{1}{R(z)^4} dz M}} \quad (16)$$

ここで、 $\Delta C = \langle C(-d/2) \rangle^2 - \langle C(d/2) \rangle^2$ 。

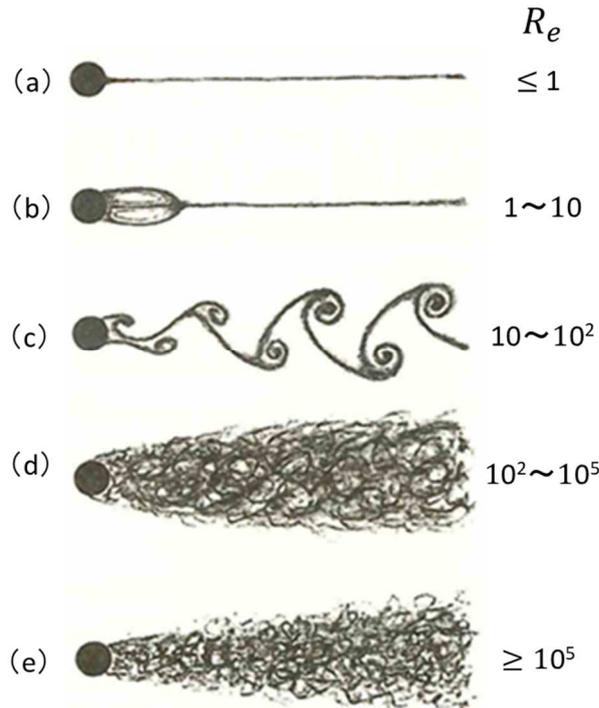


図 2-21 レイノルズ数による流れの変化 (概念図) ⁴¹⁾

2-2 節の透湿性実験から得られた実験値 Q_{exp} と本項で求めたモデル計算値 Q_{calc} を比較する。フィテングパラメータ $\sqrt{\beta/\alpha}$ は 2-3-1 項で示した実験の速度を用いて $\sqrt{\beta/\alpha} = (2.7 \pm 1.1) \times 10^{-2}$ と

決定した。 $\sqrt{\beta/\alpha}$ と(7)式を用いて求めたモデル計算の流束に一致しているかを図示す。図2-22で実験値とモデル計算値が一致する値を破線で示す。

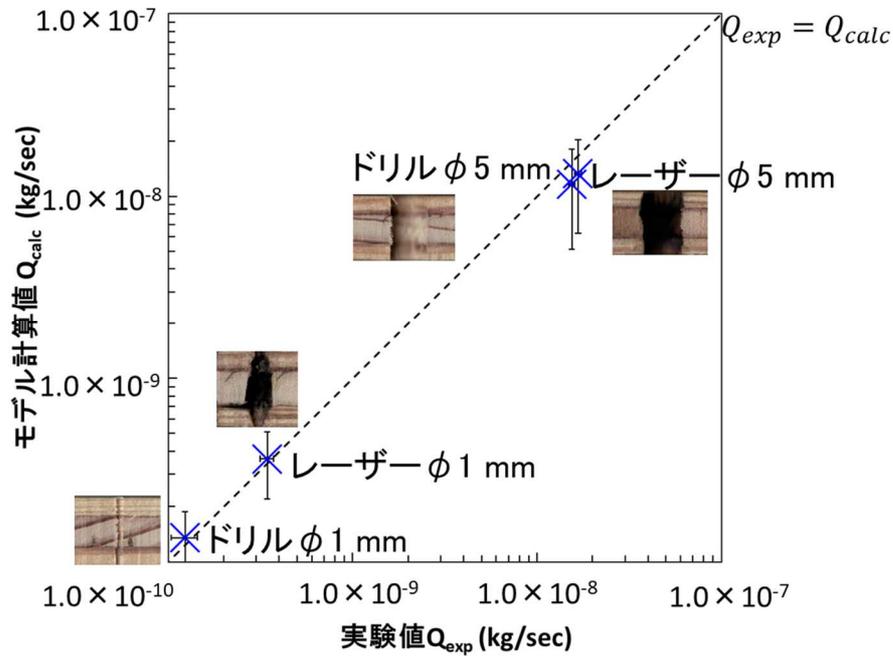


図2-22 実験値 Q_{exp} とモデル計算値 Q_{calc} の比較

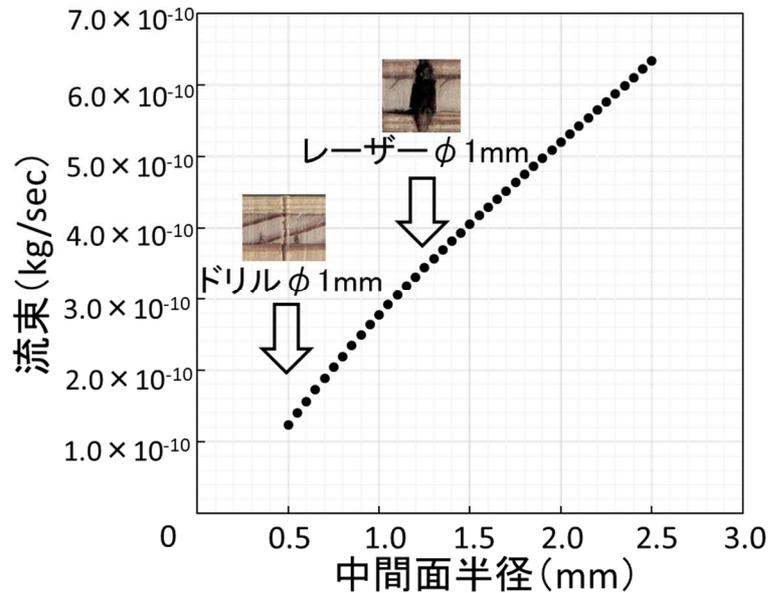


図2-23 $\phi 1\text{ mm}$ における流束の中間面半径依存性

実験値 Q_{exp} とモデル計算値 Q_{calc} を比較すると、破線上に各値は載るため、流束の実験値とモデル計算値は、おおよそ一致している。 $\sqrt{\beta/\alpha}$ を用いた(7)式により、全く独立な透湿実験の結果を良く再現していることは、2つの実験とモデル計算から湿度の透過が湿度勾配に伴う空気の移流に起因すること実験的、モデル計算的に示している。形状や半径依存性を表すモデル計算が実験値を良く再現したことは、レーザーの場合とドリルの場合の透湿性の違いが、穿孔の形状の差に起因していることを表している。

図2-23に穿孔形状による影響が透湿性に寄与するかを確かめるため、 $\phi 1\text{ mm}$ の場合(7)式で中間面の半径を変化させて流束の変化を確認する。中間面の半径が大きくなるにつれほぼ直線的に増加する。レーザーによって中間面の半径が大きくなることによって、流束が増加したことで、穿孔形状による透湿性の向上が定量的に確認された。

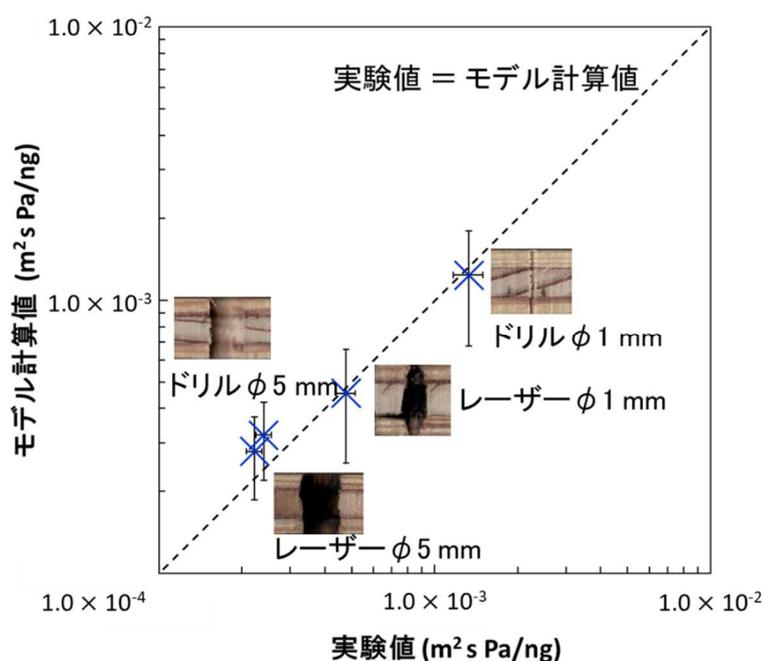


図2-24 透湿抵抗における実験値とモデル計算値の比較

流束で実験値とモデル計算がおおよそ一致することが分かったので、透湿抵抗でも同様に一致がみられるかを確認する。図2-15で示した実験的に求めた透湿抵抗と、モデル計算値から求めた透湿抵抗を図2-24に示す。流束の場合と同様に、実験値とモデル計算値を比較すると破線上に各値は載るため、透湿抵抗についても実験値とモデル計算値はおおよそ一致している。

2-4. 事業化検討と今後の課題

今後、事業化について検討するなかで、本研究による成果と課題を本節では記述する。

(7)式によって、穿孔一つあたりの流束をモデル計算によって明らかにした。透湿抵抗は、穿孔一つあたりの流束と穿孔数で決めることができる。(7)式は、穿孔径に依存しているため、穿孔径と穿孔数を決めれば、透湿抵抗をある程度決められる。

穿孔が現場での作業性に与える影響について考える。施工を行う際、通常サイズの構造用合板を用いて施工を行う場合には問題ないが、構造用合板を使用する家は全て同じ大きさではなく、規格より小さな構造用合板が必要になることがある。その場合は、現場で構造用合板を切断して使用することとなる。切断された場合、穿孔された位置が釘の固定位置にくることも考えられる。構造用合板で使用する釘は、日本合板工業組合連合会によって、CN50もしくはCNZ50と定められている⁴²⁾。CN50は太め鉄丸釘と呼ばれ、また、CNZ50はめっき太め鉄丸くぎと呼ばれる。CN50、CNZ50両規格とも太さが2.87 mmとJIS A 5508:2009に定められている⁴³⁾。穴径が構造用合板を固定する釘より大きくなると所望の場所に釘が打てないといった問題が生ずる。本実験では $\phi 1$ mmの場合と $\phi 5$ mmの場合を研究として示したが、事業化の際には穿孔径は上記理由で $\phi 1$ mm径が適している。

強度に影響がないかを部分圧縮強度と曲げ強度において先行研究を参考に考える。安藤(2011)らは、スギの柱材で穴径が入り口側で2 mm弱、出口側では0.5 mm程度の場合に部分圧縮強度への影響について次のように調べている。穿孔密度が、2万個/m²まででは荷重方向に関わらず部分圧力強度に大きな影響を及ぼすことは無かった。穿孔密度が4万個/m²を超えると、荷重方向が穿孔方向と平行な場合に部分圧縮強度が優位に低下し、部分圧縮強度が大きく低下することが分かった。穿孔密度が8万個/m²では、すべての条件で有意な低下が認められた⁴⁴⁾。

安藤(2014)らは、穴径が入り口側で2 mm弱、出口側では0.5 mm程度の場合に曲げ強度への影響を次のように調べている。スギ柱材を用いて穿孔密度4万個/m²までの3水準とインサイジングを行わない水準の合計4水準の試験体について、曲げ強度試験を、荷重方向をインサイジング方向として行い、インサイジング密度1万個/m²についてはインサイジング方向と直交についても行った。その結果、今回用いた穿孔密度1万個/m²以上の条件では、明らかに曲げ強度は低下することが分かった。また、穿孔密度1万個/m²でのインサイジング方向に対する荷重方向の影響は見られなかった⁴⁵⁾。

スギの柱材の場合に、部分圧縮強度、曲げ強度とも1万個/m²未満であれば、影響は見られない。本研究におけるφ1mmにおける穿孔は5,730個/m²であり、構造用合板とスギ柱材の違いはあるため、実際に強度を計測することは今後の課題として必要であるが、影響は低いことが予測される。

針葉樹合板は910mm×3030mm×9mm（横×縦×厚）でヒヤリングによると1,600円程度で、同じような構造材として用いられる火山性ガラス質複層板との価格差が400円程度であることが筆者の調べ判明している。本実験で行った結果を参考に、φ1mm～φ5mmの場合（1mm単位で）でそれぞれにおけるコストを考える。先行研究による穴面積率0.45%²²⁾を規準に考えると、表2-5のようになる。

表2-5 構造用合板の穿孔に対するコスト

穿孔径(mm)	1	2	3	4	5
穿孔面積(m ²)	7.85×10^{-7}	3.14×10^{-6}	7.07×10^{-6}	1.26×10^{-5}	1.96×10^{-5}
穿孔数(個)	15798	3950	1755	987	632
穿孔あたりのコスト(円/個)	0.025	0.10	0.23	0.41	0.63

本実験のレーザー加工は1時間あたり25,000円で加工を行っている。1秒あたりにすると、6.94円である。φ1mmの場合は、1穿孔あたり10秒かかる。従って、1穿孔あたりのコストは、69.4円である。また、φ5mmの場合は、1穿孔あたり60秒かかる。従って1穿孔あたりのコストは、416.7円となる。φ1mmでの限界コストは0.025円であり、現状の69.4円と比べるとコストダウンは必須である。加えて、φ5mmでの限界コストは0.63円であり、現状の416.7円と比べるとコストダウンは必須である。コストダウンのために、穿孔時間を短くする必要がある。周囲を穿孔する方法では時間がかかるため、ワンショットで穿孔を行う方式を検討する必要がある。

今後の事業化予定を図2-25に示す。分類として量産化・大臣認定・試作販売・地域展開・全国展開のステージを設ける。既に着手しているが、2019年から2020年にかけて量産化の技術検討を行う。2020年からは日本農林規格（Japanese Agricultural Standards、以下JAS）の認定を受けるべく、強度試験や透湿試験を実施する。さらに2021年からは、試験的に販売を行い、地域展開・全国展開へと事業を展開していく。

項目	2019	2020	2021	2022	2023
各ステージ	量産化	大臣認定	試作販売	地域展開	全国展開
技術開発	量産化技術開発	強度試験 透湿試験			
営業開発			製造・販売委託先	フランチャイズ化 組合等組織化	

図 2-25 事業化予定

2-5. まとめ

本章では、「拡散型」と水蒸気圧力差に起因する空気の流入による「空気移流型」の寄与について実験とモデル解析で明らかにするとともに、断面形状の透湿性に与える影響について議論することを目的とし、構造用合板（270×270 mm）を用いて、レーザー穿孔とドリル穿孔を行い、透湿性実験とモデル計算を行った。

透湿性実験によって、 $\phi 1 \text{ mm}$ のレーザー穿孔ではドリル穿孔に比べ、構造用合板の透湿抵抗が 37% に低減されることが明らかとなった。モデル計算の結果、レーザーの場合とドリルの場合の透湿性の違いが、穿孔の形状の差に起因する。これらの結果より、穿孔の形状と穴の個数が与えられれば、透湿抵抗が再現性良く求められる。従って、炭化有無が透湿性能に影響を与えないことがわかった。

高温空気流の直接観察によって、水分子の濃度勾配による拡散現象ではなく、圧力差によって生まれる空気移流であることが実験的に明らかとなった。透湿性実験から得られた流束 Q_{exp} と空気移流によるモデル計算によって得られた流束 Q_{calc} は、レーザー穿孔とドリル穿孔で $\phi 1 \text{ mm}$ と $\phi 5 \text{ mm}$ の場合でよく一致しており、構造用合板の穿孔では、空気移流が支配的であることを初めて明らかにした。

事業化検討と今後の課題では、実用上問題となる観点から考察し、2.87 mm 以下の穿孔径であることが望ましいことも明らかにした。課題として、穿孔後の強度をよく似た穿孔条件である先行研究と比較することで検討した。これについては、実際に計測を行い明らかにする必要がある。また、コスト面から検討した結果、レーザー穿孔時間を短縮する必要があることも分かった。引き続きこのことについても取り組んでいく。

第2章の参考文献

- 1) 国土交通省：平成26年度住宅着工統計 (2014)
- 2) 宮野道雄：1995年兵庫県南部地震による人的被害に関する検討 第14回日本自然災害学会学術講演会 (1995)
- 3) 構造用合板の手引き：日本合板工業組合連合会, 9 (2015)
- 4) 構造用合板の手引き：日本合板工業組合連合会, 15 (2015)
- 5) 日本合板工業組合連合会：厚さ12mm国産構造用合板枠組壁工法 3 (2015)
- 6) 農林水産省：合板統計, (2018)
- 7) 構造用合板の手引き：日本合板工業組合連合会, 4 (2015)
- 8) 日本合板工業組合連合会：厚さ12mm国産構造用合板枠組壁工法 3 (2015)
- 9) 大橋好光：木材保存 **22** (6), 311-319 (1996)
- 10) 神谷文夫：木材保存 **35** (3), 102-106 (2009)
- 11) 山井良三郎：コンクリートジャーナル **4** (5), 9-14 (1966)
- 12) 住宅金融支援機構：フラット35対応木造住宅工事仕様書 430 (2016)
- 13) 積水ハウス：透湿性耐力壁面材, 特開平10-280580 (1998)
- 14) 松岡 章, 中村 哲己：日本建築学会大会学術講演梗概集, **D** (2), 427-428 (2003)
- 15) 向井一将：日本建築学会環境系論文集 **73** (623), 17 (2008)
- 16) 土井正：木造住宅の被害と対策 繊維製品消費科学 **38** (1), 21-22 (1997)
- 17) 安藤正幸：日本内科学会誌 **89** (9), 1717 (2000)
- 18) 一般社団法人日本建材産業協会断熱建材協議会：だれにでもわかる快適な住まいづくり, 102-103, (2002)
- 19) 大建工業：無機質複合造作材, 特開2001-73543 (2001)
- 20) 大建工業：設計施工資料, 101 (2018)
- 21) 石井 宏一, 久保 隆太郎, 柴田 斉宜, 酒井 孝司, 石原 修：建築学会技術報告集 **12** (24), 213-218 (2006)
- 22) 服部順昭：レーザーインサイジングによる住宅用木質パネルの結露防止, 科学技術研究費1995年度実績報告書 (1995)
- 23) 池野順一：精密工学会誌 **83** (6), 514-518 (2017)
- 24) Wairimu G., Ikua B.W. and Kioni P.N.: International Journal of Scientific Research

- and Innovative Technology 2(2) 128-133 (2015)
- 25) Lyubomir Lazov, Pavels Narica, Janis Valiniks, Antons Pacejs, Hristina Deneva, Dainis Klavins: Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia 3, 168-173 (2017)
- 26) 亀崎高志、花田好正、山田敏美、小谷章二：レーザー加工における木材等の加工特性評価 鳥取県産業技術センター研究報告(16) 14-17 (2013)
- 27) 橋新裕一、柳本忠二：モニタリング技術を利用した高精度レーザー木材加工システム 東大阪の優れたモノづくり技術の継承と現代ハイテクとの融合研究成果報告書 275-282 (2009)
- 28) W.T. Simpson: Wood and fiber science,(1) 9-25 2007
- 29) Islam M.N., Ando K, Yamauchi H, Kobayashi Y, Hattori N : Wood Science and Technology 42(4) 343-350 (2008)
- 30) Satoshi Fukuta, Masaki Nomura, Takeshi Ikeda, Masaki Yoshizawa, Mariko Yamasaki, Yasutoshi Sasaki : Journal of Wood Science 62(4) 316-323 (2016)
- 31) Satoshi Fukuta, Masaki Nomura, Takeshi Ikeda, Masaki Yoshizawa, Mariko Yamasaki, Yasutoshi Sasaki: European Journal of Wood and Wood Products 74(2) 261-267 (2016)
- 32) 福田聡史、野村昌樹、池田剛司、吉澤優樹、山崎真理子、佐々木康寿：木材学会誌 64(1) 28-35 (2018)
- 33) 金岡優：レーザー加工の実務、日刊工業新聞社、18-20 (2007)
- 34) Sushant Dhar, Nishant Saini, R. Purohit : International Conference on Advances in Mechanical Engineering-2006, (2006)
- 35) JIS A 1324:1995 建築材料の透湿性測定方法：日本産業規格 (1995)
- 36) 社団法人日本流体力学学会：流体力学ハンドブック、丸善、370 (1998)
- 37) 岡田益己：農業気象 40 (4),407-409 (1985)
- 38) 上田政文：応用物理 25 (4),144-149 (1956)
- 39) H. Tennekes, J.L. Lumley : *A First Course in Turbulence* The MIT Press 185 (1972)
(藤原仁志・荒川忠一訳、『乱流入門』東海大学出版会 p185 1998年)
- 40) 長倉三郎、井口洋夫、江沢洋、岩村秀、佐藤文隆、久保亮五：岩波 理化学辞典 第5版、岩波書店、954 (2003)
- 41) 巽友正：連続体の力学、岩波書店、188-189 (1995)

- 42) 合板耐力壁マニュアル：日本合板工業組合連合会, 9 (2015)
- 43) JIS A 5508:2009 くぎ：日本産業規格 (2009)
- 44) 安藤恵介、服部順昭：木材学会 (57)2 81-87 (2011)
- 45) 安藤恵介、服部順昭：木材学会 (60)2 23-27 (2014)

第3章 課題探索におけるエフェクチュアルな意思決定に関する考察

3-1. はじめに

本章では、1-2節で記述した光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索でどのような行動し、どのような意思決定を行うことで、構造用合板の透湿性改善の課題獲得ができたかを論じる。

まず、先行研究について記述（3-2節）した後、エフェクチュエーション論について説明する（3-3節）。そして、研究方法を示し（3-4節）、筆者のエスノグラフィーの概要を示す（3-5節）。加えて、結果を示し（3-6節）、分析と考察を行う（3-7節）。最後に本事例研究についてまとめる（3-8節）。

3-1-1. 本章の目的

創業期の事業課題探索活動において、どのような意思決定が行われたか、その過程を明らかにする。

3-2. 先行研究

3-2-1. セルフエスノグラフィーとその先行研究

社会学の調査でエスノグラフィーという手法が長年行われている。近年、自らが関わった方法としてセルフエスノグラフィーという手法が存在する。エスノグラフィーは、次のように説明されている。「エスノグラフィーは、フィールドワークという過程（プロセス）の側面と産物（プロダクト）の側面を合わせ持っている。参与観察として行われるフィールドワークは、エスノグラファーが文化を知るための過程（プロセス）である」（伊藤、2009、p17）。

エスノグラフィーは様々な分野で応用されており、文化人類学や社会問題などを取り扱っており、Whyte（1943）が街のギャング団を対象としフィールドワークを用いて書き

上げた『Street Corner Society』や佐藤（1984）が暴走族を描いた『暴走族のエスノグラフィー』などが存在する。暴走族やギャングに焦点を当て通常の観察においては、成しえない新しい発見のある名著である。学術的な取り組みに対して、より事業サイドの取組も行われている。例えば、河崎ら（2011）では、「電力プラント建設管理システム高度化などのマーケティングにおいても利活用がされている」（p33）と紹介している。加えて、伊賀ら（2009）では、「仮説発見の段階から R&D メンバー自身が関与し、フィールド観察結果から顧客を理解し、ユーザペインを発掘し、そのペインに対する解決手段を創案する」（p48）ことに利用もされている。上記のように学術分野に限らず、事業分野や R&D においてもエスノグラフィーが利活用されている。

セルフエスノグラフィーはオート（自己）エスノグラフィーともよばれる（川田、2015）。Ellis and Bochner（2000）によれば、筆者が自身の研究や行動の手順を再帰的に振り返ることで、より深い自己と他者との相互作用に目を向ける研究手法であり、研究者自身の活動や研究を記述する手法である。例えば、保育、教育、人材育成、犯罪学（薬物利用）、起業、新規事業の現場で用いられている（佐藤、2011；花家、2012；伊藤、2015；Wakeman, 2015；川田、2015；森下、2017）。本研究において、筆者の行動を再帰的に振り返る手法であるセルフエスノグラフィーを用いる。

3-2-2. 起業家の特性に関する先行研究

起業家の行動特性や起業家の資質や理念についてはこれまで多く研究者が報告している。起業家にとってどのような行動特性や資質や理念が必要であるかを明らかにするため、どのような先行研究があるかを紹介しまとめる。

Jeffrey A. Timmons (1994) は、アントレプレナーに必要なメンタリティーと行動として以下の通り述べている。

- ①コミットメントと強固な決意（粘り強さと判断力、迅速な決断力）
- ②リーダーシップ（自発的行動力、チームビルダー、ヒーローメーカー）
- ③起業機会への執念（顧客ニーズに精通、市場至上主義、価値創造に対する執着）
- ④リスク・曖昧性・不確実性に対する許容度（問題解決能力と対策統合能力）
- ⑤創造性・自己依存・適応力（現状に否定的、変革能力、創造的問題解決、失敗を恐れない。）

⑥一流足らんとする欲求（目標と成果達成に対する強い欲求，高いが現実的な目標
Bygrave,W.D.（1994）は、次のように起業家には10個のDの行動要素が必要である
としている。

- ①Dream(夢)
- ②Decisiveness(判断力)
- ③Doers(実行力)
- ④Determination(決意)
- ⑤Dedication(献身)
- ⑥Devotion(思い入れ)
- ⑦Details(ディテール)
- ⑧Destiny(目標)
- ⑨Dollars(おカネ)
- ⑩Distribute(分配)

梅木 晃（2004）は、起業を行う人材であるアントレプレナーは、次のような能力や資質
が必要となると述べている。

- ①「夢（ロマン）」に通じる確固たる将来構想
- ② 将来構想を説明できるプレゼンテーション能力
- ③ 市場と提供（開発）できるサービスや技術を見極める洞察力
- ④ 小規模企業におけるリーダーシップ能力
- ⑤ 企業オーナーとしての意識
- ⑥ 未知・不確実なものへの挑戦意欲

Sarasvathy（2008）は、起業家研究としてエフェクチュエーション論を提唱しその中
の5原則で次のように述べている。

- ①手中の鳥（Birds in hand）の原則

何か新しい方法を考えるのではなく既に獲得している資源を用いて行う。

- ②許容可能な損失（Affordable Loss）の原則

期待利益の最大化ではなくどこまで損失が許容かを考える。

- ③クレイジーキルト（Crazy-Quilt）の原則

すべての関与者と交渉してこれまでにはない、パートナーシップを築く。

④レモネード (Lemonade) の原則

不都合な出来事が起こった場合でもむしろその事態を梃子として活用する。

⑤飛行機の中のパイロット (Pilot-in-the-plane) の原則

未来は予測不可能だと考え、どれだけ予測不可能なことが起こった場合にも対応を行う。

Jeffrey H. Dyer, Hal B Gregersen Clayton Christensen (2008) は、次のように述べている。

①Questioning (質問力)

頻繁に質問する傾向、特に現状に挑戦し、将来についてはどうするか。

②Observing (観察力)

新しいアイデアを見つけるために日常の体験に注意を払いながら、周囲の世界を観察する。

③Experimenting (実験力)

実験して仮説検証の考え方で世界を探検する頻度。

④Idea networking (関連づける力)

様々な生い立ちや多様な視点を持つ個人間のネットワークでアイデアを創出する方法。

松田修一(2014)は、成功する起業家にとって不可欠な能力を次のように提唱している。

①先を読み取る力

②事業構想力

③決断力・直観力

④組織やチームをまとめるリーダーシップ

⑤常に全体を把握するバランス感覚

堀池敏男 (2014) は、起業家に必要な能力や資質として以下を挙げている。

①粘り強さ

②変われること

③ユーザー論理と供給者論理の両立

④旺盛な好奇心

佐藤 善信 (2017) は起業家精神の5要素として下記を上げている。

①セレンディピティ (革新的な市場機会) をキャッチする能力

②逆境に打ち勝つマインドセット (粘り強さ: ポジティブ思考)

③高次の目標設定 (事業の夢・社会的使命感=大義名分の追求)

④不断の創意工夫・試行錯誤 (目標達成のための不断の努力と学習)

⑤コンピテンシーの向上 (必要とされる課業を遂行する能力の向上)

表 3-1 先行研究分析による起業家に必要とされる能力

研究者	起業家の資質	Jeffrey A. Timmons(1994)	Bygrave, W.D. (1994)	梅木 晃 (2004)	sarasvathy (2008)	Jeffrey H. Dyer, Hal B Gregersen Clayton Christensen(2008)	松田修一 (2014)	佐藤 善信 (2017)	堀池敏男 (2014)
行動	先見性	創造性・自己依存・適応力 (現状に否定的。変革能力。創造的問題解決。失敗を恐れない。)		市場と提供 (開発) できるサービスや技術を見極める洞察力	クレイジーキルトの原則	Observing (観察力) 新しいアイデアを見つけるために日常の体験に注意を払いながら、周囲の世界を観察する	先を読み取る力	セレンディピティ (革新的な市場機会) をキャッチする能力	
	実行力		Doers(実行力)		手中の鳥の原則 許容可能な損失の原則		事業構想力	コンピテンシーの向上 (必要とされる課業を遂行する能力の向上)	
	判断力	コミットメントと強固な決意 (粘り強さと判断力。迅速な決断力)	Decisiveness(判断力)		許容可能な損失の原則 飛行機の中のパイロットの原則		決断力・直観力		
	実験力 挑戦力	リスク・曖昧性・不確実性に対する許容度 (問題解決能力と対策統合能力)		未知・不確実なものへの挑戦意欲	許容可能な損失の原則 レモネードの原則	Experimenting (実験力) 実験して仮説検証の考え方で世界を探検する頻度		不断の創意工夫・試行錯誤 (目標達成のための不断の努力と学習)	
	俯瞰力				飛行機の中のパイロットの原則	Idea networking (関連づける力) 様々な生い立ちや多様な視点を持つ個人間のネットワークでアイデアを創出する方法	常に全体を把握するバランス感覚		ユーザー論理と供給者論理の両立
	質問力				飛行機の中のパイロットの原則	Questioning (質問力) 頻繁に質問する傾向。特に現状に挑戦し、将来についてはどうするか。			
	変化力				クレイジーキルトの原則 レモネードの原則 飛行機の中のパイロットの原則				変わること
理念	執着心	起業機会への執念 (顧客ニーズに精通。市場至上主義。価値創造に対する執着)	Determination(決意)					逆境に打ち勝つマインドセット (粘り強さ、ポジティブ思考)	粘り強さ
	夢	一流足らんとする欲求 (目標と成果達成に対する強い欲求。高いが現実的な目標)	Dream(夢)	「夢 (ロマン) 」に通じる確固たる将来構想				高次の目標設定 (事業の夢・社会的使命感=大義名分の追求)	
	リーダーシップ	リーダーシップ (自発的行動力。チームビルダー。ヒーローメーカー)		小規模企業におけるリーダーシップ能力				組織やチームをまとめるリーダーシップ	
その他	その他		Dedication(献身) Devotion(思い入れ) Details(ディテール) Destiny(目標) Dollars(おカネ) Distribute(分配)	将来構想を説明できるプレゼンテーション能力				旺盛な好奇心	

先行研究を整理すると以下の表 3-1 の通りとなる。大きく分類すると行動にふれたものと、理念、それ以外のものに分類される。本研究では理念ではなく行動に着目する。行動に該当するものは、表現は異なるが抽象化し、カテゴリー化すると、先見性・実行力・判断力・実験力（挑戦力）・俯瞰力・質問力・変化力の7つとなる。これら7つの起業家の行動特性を全て包含している理論は、Sarasvathy (2008) のエフェクチュエーション論のみである。これは、エフェクチュエーション論が行動様式の問題を十分に精緻化していることを含意する。そこで本研究ではエフェクチュエーション論を分析のための概念枠組みとして用いる。

3-2-3. エフェクチュエーション論の先行研究

Sarasvathy (2008) はエフェクチュエーション論において以下のように記述している。「エフェクチュエーションの論理は、「(a) 起業家自身 (who)、起業家の知識 (what)、起業家の人脈 (whom) を新しいベンチャー企業や市場に変換することを助けるミクロなメカニズム、(b) 起業家が、関与者の自発的な参画を促すことを通じて新たな、ネットワークを創っていくミクロなプロセス、その両方に焦点が合わせる」(Sarasvathy, 2008 邦訳 p10)。エフェクチュエーション論については節を改めて詳述する。本項では、エフェクチュエーション論に関する先行研究について記述する。これらは、エフェクチュエーション論に関する理論研究、エフェクチュエーション論を用いた事例研究に大別される。

■エフェクチュエーション論に関する理論研究

Read et al. (2009) によると、起業家精神に関する多くの研究は、機会が発見されるという基本的な前提を置いているが、こうした信条を疑問視する新たな研究として、エフェクチュエーション論については論じている。エフェクチュエーション論では、起業家とコミットしたステークホルダーの双方が機会の共同創造者として位置づけられている。

John et al. (2011) によると、エフェクチュエーション論は、アントレプレナーシップを理解する方法においてパラダイムシフトを起した。しかし、これまで、エフェクチュエーション論を実証的に検証しようと試みた研究者はほとんどいない。そこで、彼らは、エフェクチュエーション論に関する文献をレビューし、経験的なエフェクチュエーション研究をどのように設計し、実施するかについて提案している。

Arend et al. (2015) によると、エフェクチュエーション論は、十分な実証を行わず批判的な分析を行うことにより提案された、アントレプレナーシップの新しい理論である。彼らは、新しい包括的な理論構築のための基準を用いて、ロバート・デュービンらの理論を補完し、理論としてのエフェクチュエーション論を初めて公式に評価した。彼らは、理論としての効果を批判的に分析することでエフェクチュアルなアプローチを改善し拡張するための代替案と方向性を提案した。

Welter et al. (2016) によると、「機会創出」、「エフェクチュエーション論」、「ブリコラージュ（試行錯誤しながら、最終的に新しい物を作ること）」は、価値創造とそのプロセスにおける起業家行動の中心的役割を説明する3つの概念である。これらの概念は相互に関連するものとして概念化されることが多いが、正確には、それらがどのように相互に関連し、補完し、どこで分岐するかは不明である。彼らは、これらの概念のそれぞれのルーツとその基礎となる前提を検証し、それらを統一的な概念枠組みの中に整理した。それはアントレプレナーシップ戦略論、組織論など、経営研究及び関連分野における価値創造と獲得の理解を促進させる。

Welter (2017)は、エージェントベースのシミュレーションモデルを用いて、不確実かつ危険な状況における因果関係に関連する効果の有効性を調査した。シミュレーションは、エフェクチュエーション研究において典型的に使用されるシンクアラウドプロトコルの欠点を克服するものである。その結果、起業家が75%以上の確率で将来を正確に予測できるようになるまでは、エフェクチュエーションはリスクのある状況でも不確実な状況でもコーゼーションを上回ることが示唆された。これは、不確実性から将来を予測することが困難な場合にはいつでも、エフェクチュエーションの境界を広げることを示唆している。

Jiang (2018)は、エフェクチュエーション論のプロセスの特性とパターンを同定し、それによってエフェクチュエーションのプロセスの不均一性を明らかにすることにより、エフェクチュエーション論のブラックボックスを解き明かす。マルチケース・リサーチ・アプローチに基づき、逐次定性分析を用いて、6つのハイテク・ベンチャーの間のエフェクチュエーションのプロセスの類似点と相違点を比較する。エフェクチュエーションの原理とプロセス特性の間を理論化することにより、エフェクチュエーション論の概念の明確性を増加させた。

Katrin (2018)によると、起業家は、コーゼーションやエフェクチュアルな推論など、さまざまな意思決定の論理に基づいて新しい事業を始める。コーゼーションとエフェクチュエーション間の相互関係を調査することにより、起業家的意思決定に関する議論に貢献し、ベンチャーパフォーマンスに及ぼすそれらの主な相互作用効果を詳述する。25カ国に住む1,453人の起業家について収集された調査データを用いて、ベンチャーがこれら二つの起業家の論理を併用することから利益を得ることを見出した。

■エフェクチュエーション論を用いた事例研究

Andersson et al. (2011) は、グローバル化した企業の初期の国際化プロセスと起業家の国際化に関する意思決定に関して報告している。グローバル化した企業は、地域のネットワークパートナーと協力することで、短期間に多くの市場に参入している。ネットワークパートナーと一緒に機会を作り出す起業家の能力に焦点を当てる、エフェクチュエーション論は、グローバル化した企業の発展を理解するための有用なツールであると論じている。

Berends (2014) は、プロセス・リサーチ・アプローチを用いて、5つの小規模企業における製品イノベーションの軌跡を352のイベントを辿って調査した。定量分析では、初期にはエフェクチュエーションの論理が見られて、時間とともにコーゼーションの論理へと変わっていったことを明かした。この研究は、大企業のベストプラクティスを小規模企業に適用するのではなく、規模の異なる企業をより明確に区別すべきであると論じている。

Galkina et al. (2015) は、外国市場参入における予測不能の論理と、国際化の過程で中小企業がどのようにネットワーク化するかを調査するために、エフェクチュエーション論を採用した。この調査の結果は、起業家が事前に定義されたネットワークの目標に従って慎重に国際的なパートナーを選択するのではなく、関心のあるパートナーとネットワークを形成していることを示している。

Chetty et al. (2015) は、アントレプレナーシップを有する企業が海外市場に参入する際の意味決定プロセスと、それらの市場に参入する方法と理由を論じている。起業家は国際化の過程で外国市場の選択と外国市場への参入を区別し、異なる意思決定プロセスを利用している。起業家の意思決定はエフェクチュエーションの論理とコーゼーションの論理を織り込む傾向がある。また、海外市場で既に関係を持っている起業家は、国外市場を選

択して参入する際に、エフェクチュエーション論を用いる利用する傾向にあるとしている。

日本のエフェクチュエーション論に関する研究には、エフェクチュエーション論に関する理論研究、エフェクチュエーション論を用いた事例研究に大別される。最近は、ベンチャーを対象としたものも存在している。

■エフェクチュエーション論に関する理論研究

松行ら（2015）は、スタートアップをターゲットにエフェクチュエーション論とは何かを説明し、経済学という大きな概念で考えをまとめている。

栗木（2015）は、石井（1993）の『マーケティングの神話』とエフェクチュエーション論の関係性をもとに、マーケティング論のフロンティア（未開拓）なところを探っている。

吉田（2017）はエフェクチュエーション論を、新規事業開発に適用している。

栗木（2018）は、エフェクチュエーションの行動原則を STP マーケティングに補完的に用いる際に、省察の役割を検討し、今後のマーケティング研究の方向性と課題を紹介している。

■エフェクチュエーション論を用いた事例研究

曾山・栗木（2018）は、サイバーエージェントにおける社内制度としての社内スタートアップ創出への組織対応としてエフェクチュエーション論を議論している。

渡部（2018）は、ある大学発ベンチャーに関する事例研究において、アドバイザーがコミットメントし経営者になる状況についてエフェクチュエーション論を用いて論じている。

海外では、エフェクチュエーション論に関する理論研究の他、ベンチャーやスタートアップを対象とした事例研究が盛んに行われている。日本では、理論研究の他、大企業でのマーケティングに関する事例研究が盛んであるが、近年はベンチャーやスタートアップを対象とした研究も行われている。しかし、起業家自身がセルフエスノグラフィーを記述して、エフェクチュエーション論を用いた事例研究は海外でも日本でも見られない。

3-3. エフェクチュエーション論

Sarasvathy (2008) によると、「エフェクチュエーションの論理は、

- (a) 起業家自身 (who)・起業家の知識 (what)・起業家の人脈 (whom)を新しいベンチャー企業や市場に変換することを助けるマイクロなメカニズム
- (b) 起業家が、関与者の自発的な参画を促すことを通じて新たな、ネットワークを創っていくマイクロなプロセス

その両方に焦点が合わせる」(Sarasvathy, 2008, 邦訳 p10) というものである。

Sarasvathy (2008) によると、エフェクチュエーション論は5つの原則によって成り立っている。米国の起業家から「創業者・起業家としてフルタイムで10年以上働き、最低でも1社を株式公開した人物」(Sarasvathy, 2008, 邦訳 pp. 27-28) を基準にエキスパートの起業家(熟達した起業家)を選び出して、10の典型的な意思決定問題より構成される実験から導きだされたパターンが、この5つの原則である。

①「手中の鳥 (Birds in hand)」の原則

何か新しい方法を考えるのではなく、既に獲得している資源を用いて行う。

②「許容可能な損失 (Affordable Loss)」の原則

期待利益の最大化ではなく損失の最小化を考える。

③「クレイジーキルト (Crazy-Quilt)」の原則

すべての関与者と交渉してパートナーシップを築く。

④「レモネード (Lemonade)」の原則

不都合な出来事が起こった場合でもむしろその事態を梃子として活用する。

⑤「飛行機の中のパイロット (Pilot-in-the-plane)」の原則

未来は予測不可能だと考え、どれだけ予測不可能なことが起こった場合にも対応を行う。

Sarasvathy (2008) は、エフェクチュエーションをコーゼーションとの対比で説明している。その比較を図3-1に示す。コーゼーションのモデルでは、まず市場を定義し、年齢、収入などの妥当な変数を用いたセグメンテーション (Segmentation) を行った後、期待利益などの評価基準に基づくターゲティング (Targeting) を行う。さらに、マーケティング戦略によるポジショニング (Positioning) のプロセスをとることが知られている。それに対し、エフェクチュエーションのモデルでは、エキスパートの起業家(熟達し

た起業家)は、可能な所与の手段を定義することからスタートし、新たな関与者を営業活動によって獲得する。さらに、偶発性を伴うやり方で、幾つかのセグメントとパートナーを追加しながら、幾つかの中から1つの可能な市場を定義する (Sarasvathy, 2008)。

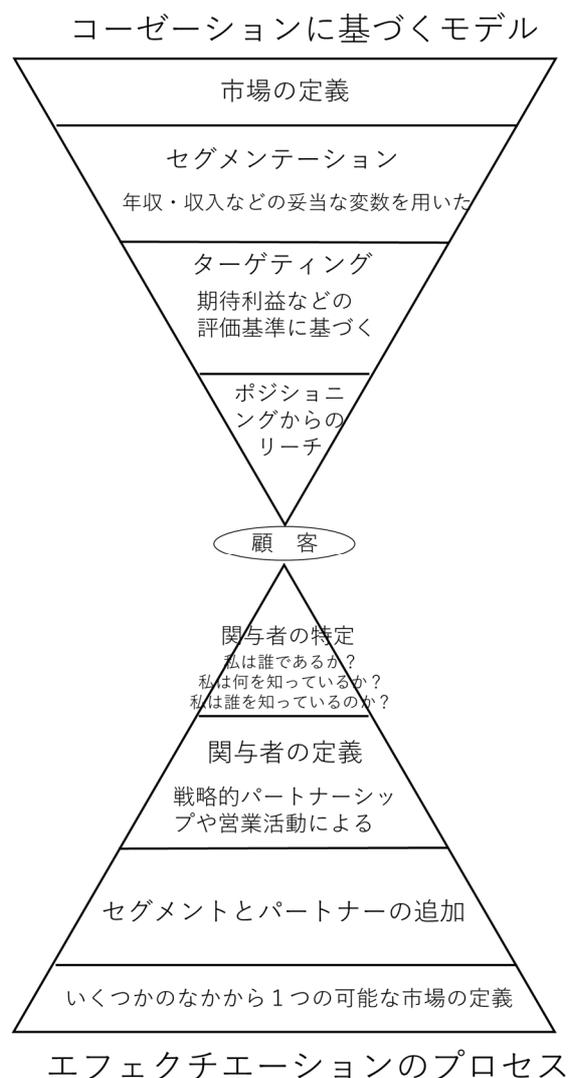


図 3-1 エフェクチュエーションとコーゼーションの比較

(Sarasvathy, 2008、邦訳 p.50)

Read et al. (2009) は、図 3-2 で示すエフェクチュエーションの動学モデルをコーゼーションのモデルと対比し紹介している。エフェクチュエーション論では目的や手段は後から獲得される。エキスパートの起業家 (熟達した起業家) は、自分自身は誰か、何を知っているのか、誰を知っているのかを考え、何ができるのかを定義することからスタート

する。さらに、他の人々との相互作用から得られた、エフェクチュアルな関係者のコミットメントによって「新たな手段」と「新たな目的」が創出される。それぞれのコミットメントはリソースの拡大と新たな市場（他のエフェクチュアルな人工物）のサイクルを作り出す。

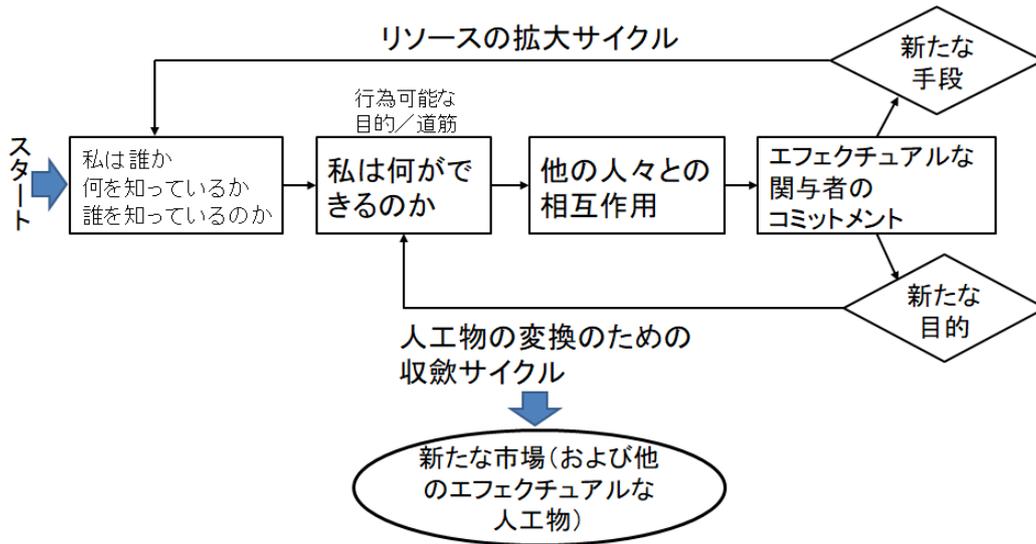


図 3-2 エフェクチュエーションの動的モデル (Read,2009) p 4 を筆者和訳

一方、コーゼーションは、大企業のマネージャー的思考である。新しい製品、企業、市場の機会を特定するところから始め、競争分析を実施し、市場調査を行い、事業計画を立てるところから新規事業を始める。さらに計画の実施に適した資源とステークホルダー（利害関係）を獲得しながら時間とともに変化する環境に適応することを念頭に入れてビジネスモデルを構築しようとする。Read et al. (2009) は、このようなモデルを図 3-3 のようにコーゼーションのプロセスモデルとして示している。コーゼーションではエフェクチュエーション論とは異なり、目的や手段は先に設定される。

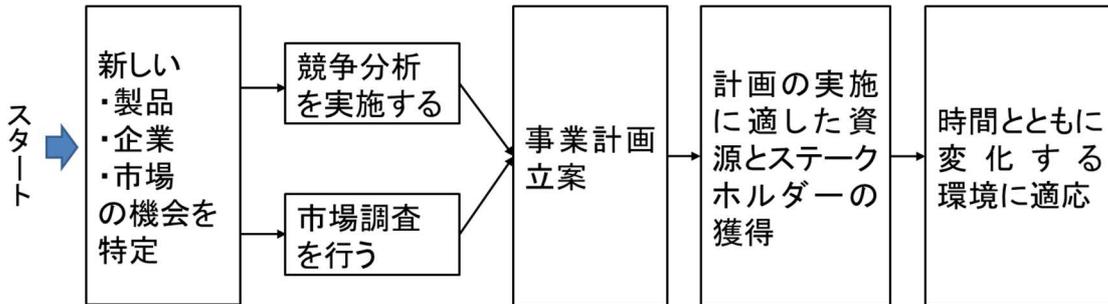


図 3-3 コーゼーションのプロセスモデル (Read,2009) p 4 を筆者和訳

3-4. 研究方法

筆者による2015年4月から2019年4月までの起業家の行動をセルフエスノグラフィーで記述する。その記述から、事業展開において大きな意思決定に関わる内容をエフェクチュエーション論が提供する概念枠組みで分析する。分析したものに考察を加えて、どのような行動がとられて意思決定が行われたかを明らかにする。

また、分析と考察の結果から、理論としてのエフェクチュエーション論の有用性を検証する。Yin (1994) によると「単一ケースの1つの論拠は、それが十分に定式化された理論をテストする際の決定的ケース (critical case) であるような場合である」(邦訳 p54)。エフェクチュエーション論は既に定式化された理論であり、本章の研究は単一事例研究でもあるので、Yin (1994) のいう決定的ケース (critical case) に当たる。

3-5. 筆者のセルフエスノグラフィー概要

筆者が行った起業実践に関してセルフエスノグラフィーを用いて記述し、エフェクチュエーション論の概念枠組みを用いて分析を行う。セルフエスノグラフィーで記述する期間は、光産創大に入学した2015年4月から2019年4月までの4年間とする。概要は次の通りである。

2015年4月光産創大入学、6月A大学c教授の研究室と共同研究契約締結、2016年3月起業準備、2016年8月個人事業主として創業、2016年12月構造用合板の穿孔加工応用を着想、2017年2月法人化、2018年3月エフェクチュエーション論を知る、2018年9月産学官金連携課題解決プロジェクト推進事業 (Access Center for Innovation Solutions, Actions and Professionals 以下はA-SAP¹と略) 不採択、2019年4月A-SAP採択といった内容の行動を行った。これらの行動をまとめて表3-2に整理する。更に、全文を付録として末尾に添付する。表3-2に太字で示した部分は、関連する部分も含め、節を改めて詳細に分析と考察を行う。登場人物は下記の通りである。

¹ A-SAP とは公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構フォトンバレーセンターによる支援スキームであり、正式名所はA-SAP 産学官金連携イノベーション推進事業である。

■登場人物

組織名は、大文字のアルファベットで表し、個人名は小文字のアルファベットでセルフエスノグラフィー全文中（付録）の登場順に示す。

- ・筆者
- ・光産創大 a 教授（ベンチャー企業取締役を兼任）
- ・光産創大 b 教授（元起業家）
- ・A 大学 c 教授
- ・材木店 B 社 d 氏
- ・材木店 C 社 e 氏
- ・支援機関 D f 支援員
- ・材木店 E 社 g 氏
- ・F 研究所 h 研究員
- ・コンサルティング G 社 光産創大学生 i 氏
- ・H 社 j 氏
- ・光産創大 OB 企業 I 社 k 氏
- ・材木店 J 社 l 氏 m 氏
- ・光産創大 o 教授
- ・光産創大 p 客員教授
- ・大型板金加工業 K 社 q 氏

表 3-2 に整理した筆者のセルフエスノグラフィー概要を見ると、おおよそ 1 か月に一度程度、何かの事象が起こる傾向にあることが分かる。太字で示した 5 つの事例が大きな転換点となっており、重要な意思決定を行っている。重要な意思決定を行った後はその内容に基づいた活動が増えている。1 章 1-2 節で記述した光技術で解決可能な林業・木材産業分野の課題探索に関する起業実践に対する具体的な活動記録となっている。活動の記録は、筆者の起業実践における成果である。

表 3-2 筆者のセルフエスノグラフィー概要

日程	主な出来事
2015年4月	A大学c教授が木材の研究を行っていることを知る
2015年7月	A大学c教授の研究室と共同研究契約を締結
2015年8月	レーザーを用いて乾燥促進を行う実験を着想
2015年11月	材木店B社d氏を紹介頂き、林業現場の見学、乾燥に課題があることを現場で確認
2016年2月	低温乾燥の実験で割れが発生
2016年3月	実験器具のトラブルが発生
2016年3月	起業の準備をする。浜松市の企業相談窓口を知る
2016年3月	補助金を獲得し、レーザーによる乾燥促進の装置開発を行うことを勧められる
2016年5月	浜松市の支援機関に補助金の記載方法を相談
2016年6月	浜松市の支援機関に事業内容に関しての相談
2016年6月	レーザー乾燥促進装置に関して木材乾燥業にヒヤリングを行ったが芳しくない反応
2016年7月	浜松市の支援機関に起業の相談
2016年8月	信用金庫主催、創業スクール受講
2016年8月	個人事業主として開業
2016年9月	光産創大主催レーザーによるものづくり中核人材育成講座に参加
2016年10月	浜松市の支援機関にレーザーによる乾燥促進のビジネスモデルの相談
2016年11月	本学学生の紹介で林業・木材加工のコンサルティング企業に相談
2016年12月	レーザー加工のI社k氏と打ち合わせを行い、レーザー加工について使用装置と方法を知る
2016年12月	木材に関する穿孔応用先として構造用合板の穿孔加工応用について教授。筆者は浜松市の補助金を獲得することで事業化を目指す方法を提案
2017年2月	個人事業主から株式会社里灯都として法人化
2017年2月	材木店J社m氏からのヒヤリングで、紫外線レーザーの実験を計画
2017年3月	信用金庫主催のビジネスプランコンテストに創業部門で優秀賞を受賞
2017年4月	F研究所h研究員の協力で、紫外線レーザーでの構造用合板の実験
2017年5月	F研究所h研究員の協力で、紫外線レーザーでの構造用合板の実験加工に時間がかかるので炭酸ガスレーザーを検討
2017年6月	材木店J社m氏と打合せし紫外線レーザーから炭酸ガスレーザーへの変更が了承
2017年7月	材木店J社m氏と打合せしレーザーからドリルへの変更を提案は却下
2017年9月	比較検討のため、ドリルでの穿孔実験
2017年10月	材木店J社m氏と打合せし再度レーザーからドリルへの変更を提案は却下 穴が大きくなることで虫や雨の問題が出ることも確認
2017年12月	透湿実験で同じ穿孔径でドリル比ベレーザで37%透湿抵抗が提言することを確認
2017年12月	始動 Next Innovator 2017（以下は始動2017と略）でシリコンバレー派遣メンバーに選抜
2018年1月 ～2月	始動2017でシリコンバレーにおける研修
2018年3月	光産創大o教授からエフェクチュエーションについて教授
2018年4月	光産創大b教授とp客員教授から低価格化に向けた高速処理について教授
2018年7月	光産創大p客員教授の紹介で、量産化についてのテストを行う
2018年7月	公的助成制度である産学官金連携課題解決プロジェクト推進事業（Access Center for Innovation Solutions, Actions and Professionals：以下はA-SAPと略）に研究的要素が強い内容を応募
2018年9月	A-SAPに落選、より具体的なビジネスプランの必要性があるとコメント
2018年12月	構造用合板の量産化の検討をA-SAPに、材木店J社と共同名義で応募することを確認
2019年1月	再度A-SAPに構造用合板の量産化の検討を応募
2019年4月	A-SAP採択

3-6. 結果

表 3-2 に太字で示した主要な 5 か所に関して、エフェクチュエーション論の概念枠組みにより分析した結果、次のことが明らかとなった。大学入学当初からエフェクチュエーション論を知る前から、エフェクチュアルな意思決定を行い、「新たな手段」や「新たな目的」を得ていた。エフェクチュエーション論を知ってから、エフェクチュアルな意思決定を意識的に取るようになった。

具体的には、レーザー乾燥促進共同研究（新しい目的）、補助金取得による装置開発（新たな手段）、構造用合板の透湿性改善（新しい目的）、ドリルに変わるレーザー（新たな手段）、量産化課題を公的助成制度で解決（新たな手段）の 5 つが得られており、重要な意思決定をエフェクチュアルに行っていることが見て取れた。諸所に 5 原則に基づく行動が見られた。

また、多くの先行研究で評価されている起業家の行動を説明する理論としてのエフェクチュエーション論の有効性を筆者のセルフエスノグラフィー調査によって検証した。これは本章の学術的貢献である。

3-7. 分析と考察

本節では、セルフエスノグラフィーで記述した部分を「□行動の記述」として記述する。分析対象とした部分については、番号を付ける。エフェクチュエーション論の概念枠組みで分析し、考察を行った部分について、「■分析と考察」として表記する。

3-7-1. レーザー乾燥促進共同研究（新しい目的）

□行動の記述

2015 年 5 月に筆者は、懇意にしていた A 大学 c 教授が木材の研究を行っていることを知り、研究室に見学に行くアポイントを取った。c 教授と面談を行い、木材の研究に関して見学をさせて頂いた。そこで高温で乾燥すると木材が焦げたような状態になり、木材の品質が悪くなるため、低温で乾燥することの重要性が分かった。①

2015 年 7 月に筆者は、A 大学 c 教授と再度打ち合わせを行い、低温乾燥という差別化のため、レーザーによって木材の表面状態を変えることで乾燥が促進されることを狙った

共同研究を提案した。自らにとって全くの異分野であった木材分野で、既に研究されており、専門家であるc教授に共同研究を申し入れた。金銭の授受が生じない、共同研究契約を結ぶことになった。②

2015年8月に光産創大教員にレーザーのセッティングを行って頂き、木材の乾燥の目的で実験を行った。木材の仮道管という水分の通り道を表面に露出させ表面改質を行うことで、乾燥が促進できるという仮説を立てた。③

2015年12月にA大学c教授の研究室に所属している学生から乾燥に関する研究に関しての報告があった。当方も8月に行った実験に関して、打合せを行い、表面形状をコントロールできる可能性が見いだされたことを報告した。④

■分析と考察

①では、懇意にしていたA大学c教授が木材の研究と木材分野で共同研究を申し入れて行っている。この行動は、既に獲得している資源を用いて行うという点で、手中の鳥の原則に該当する。

②では、大学入学当初の起業前で事業を検討している時期であり、投資が最小限で済む研究を行おうと考えている。この行動は、許容可能な損失の原則に該当する。

③④では、研究において、当初は色々な方法論を探り、エフェクチュアルに行動していることを示している。

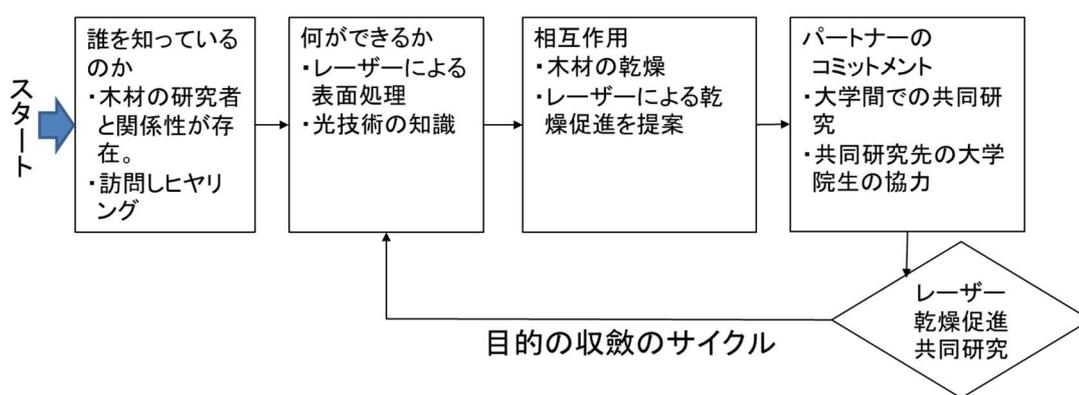


図 3-4 レーザー乾燥促進共同研究（新しい目的）

図 3-4 に示すように、筆者は、懇意にしていた A 大学 c 教授の研究室が木材の研究を行っている」と知ると、共同研究を締結することによって、木材の乾燥が重要であると認識

し、低温乾燥を目指す。さらには、低温での乾燥には時間がかかることを知ると、レーザー乾燥促進を共同研究の課題として得ている。共同研究という重要な意思決定を手中の鳥の原則や許容可能な損失の原則に従って、エフェクチュアルに行ったことで、レーザー乾燥促進共同研究という「新しい目的」を獲得している。

一方で、低温乾燥という目標が定まったら、目標を立て、ターゲットを分析して、コーゼーション的に行動していると考えられる。木材の乾燥分野におけるセグメントにおいて、低温乾燥というターゲットについてレーザーで表面を炭化させ、仮道管を表面に露出させる仮説に対して目的を立て実験を行うことは、コーゼーション的な考えに基づくところである。

3-7-2. 補助金取得による装置開発（新たな手段）

□行動の記述

2016年3月にレーザーの研究を行いつつ、起業に関する内容について博士論文に記載する必要があると考えていたため1年経ったのでそろそろ起業をと考え、起業準備を行っていた。起業をするためには、事業化についても考えないといけないため、どのようなレーザー装置（価格・装置構成）を作製すれば良いのか、どのようなビジネスモデルが最適かと考え、自らの人脈や紹介などを使ってヒヤリングを熱心に行っていた。⑤

2016年3月に法人を登記する際に、浜松市の支援機関に一定程度相談を行うと、諸経費が半額免除になるサービスがあることを光産創大の同級生から聞いた。起業に関する知識が乏しいと感じていたので、割引が発生するという理由でその支援機関に起業の相談を行った。⑥

2016年3月に相談の結果、浜松市の新産業補助金を取得し上記のレーザーによる乾燥促進の装置開発を行うことを勧められる。⑦

2016年4月に浜松市の支援機関Dのf支援員から補助金の詳細な書き方を教えてもらった。特に、市場ニーズ、販売方法、期待される効果について詳細にご教授頂いた。⑧

2016年5月に光産創大a教授と木材乾燥における市場調査や資料作成に関して打合せを行った。⑨

2016年5月に光産創大a教授と木材乾燥における現状の課題、乾燥工程における問題点など具体的な資料作成に関して打合せを行った。農水省の木材統計を光産創大の学内発表の際のイントロダクションとして使用することが有益ではないかとの意見があった。⑩

2016年6月に浜松市の支援機関Dのf支援員に起業の相談を行った。実際に装置の開発を行った場合にその装置の評価を行う場所や企業の選定を行う必要がある点などの指摘があった。⑪

2016年6月に光産創大a教授と木材の乾燥実験についての定期打ち合わせを行った。⑫

2016年6月に材木店E社g氏からご紹介頂き、木材乾燥を手掛ける企業を紹介された。レーザー乾燥促進装置が、現場で受け入れられるか、現場ニーズについてヒヤリングを行った。開発パートナーになってくれればと期待していたが、あまり良い反応は得られなかった。⑬

2016年7月に浜松市の支援機関Dのf支援員に個人事業主で創業するべきか、株式会社で操業するべきかについて相談した。青色申告や電子申告について聞いた。⑭

2016年8月に浜松市の支援機関Dのf支援員から金融機関との関連が薄いと指摘されたことがあり、金融機関との関連を持つことで、現在のビジネスをもっと進展できるのではないかと考えた。たまたま、光産創大で配られたチラシを見て、会費が10,800円と安かったこともあり、地元信用金庫が主催する創業スクールを受講した。⑮

2016年8月に光技術で木質系材料を高付加価値化するため、屋号を山「里」に「光」を「灯」して「都」にするという意味を込めて里灯都とし、個人事業主として創業した。妻（税理士）の勧めもあり、当初は売上が出ない場合に税金を納めなくてよい個人事業主を選択した。⑯

2016年9月に紫外線レーザーで木材加工の研究を行っているF研究所のh研究員が、光産創大が主催するレーザーによるものづくり中核人材育成講座に参加することを知り、関係性を強化する目的もあり、筆者も参加した。講座後、懇親会が行われた。レーザーの木材加工を専門とするF研究所のh研究員と懇親会でご一緒し、静岡県はF研究所が存在する県より林業に関する研究が盛んであることが分かった。⑰

2016年10月に浜松市の創業者支援機関にて支援機関Dのf支援員に相談を行った。ビジネスモデルとして、最初は装置を売ることなくサービスのみを提供し、サービスが軌道に乗ってきたら、その後装置を売るモデルに転換する方法を教授された。加えて、補助金申請の方法について教授された。⑱

■分析と考察

⑤⑥では、起業に関する知識が乏しいと感じていたため、光産創大の同級生から起業向けサービスについて聞いて実行している。その行為は、手中の鳥の原則に該当する。さらに、起業時の手数料に割引が発生することを理由に行動を起こしており、その行為は許容可能な損失の原則に該当する。

その結果、⑦の「浜松市の新産業補助金を取得しレーザーによる乾燥促進の装置開発」という「新たな目的」を認識している。

一方で、⑦では、認識した「新たな目的を達成するため」更に⑧では、補助金に必要な市場ニーズ、販売方法、期待される効果について教授されている。⑧の行動を起こすことにより、⑩で示すように、「具体的に装置開発を行う場所や、共同でやっていくパートナーの必要が出てきた。」⑭では、事業を加速させる（補助金を取得する）ために、起業という選択肢を取る必要性がでる。⑯では、装置化ではないサービスの提供という他のビジネスモデルも教授されている。この部分の行動は、支援機関Dのf支援員によるアドバイスであるため、コーゼーションに該当する。ここまでの行動をコーゼーションのモデルで記述する。

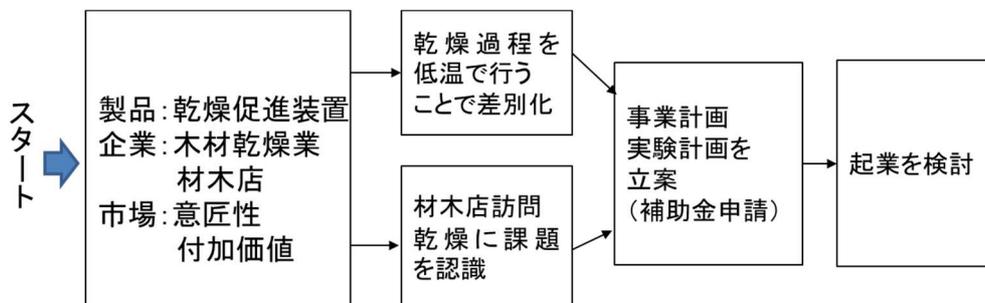


図 3-5 補助金取得によるコーゼーション的行動

一方で、上記のコーゼーション的な課題に対する筆者の行動は、光産創大 a 教授との打ち合わせを⑨⑩⑫のように綿密に行い、さらに⑬に示す新たなヒヤリング先を模索しする。その行動は、手中の鳥の原則に該当している。

⑬では装置開発を行う場所や、共同でやっていくためのヒヤリングとあわよくばパートナーになってもらうことを念頭に置き、行動を行っている。この行動は、クレイジーキルトの原則に該当する。

⑮では受講料が安いと考えて、地元信用金庫が主催する創業スクールを受講する。この行動は、許容可能な損失の原則に該当する。

⑯では税理士の妻の勧めで、売上が上がらなくても税金を納める必要がない個人事業主として起業した。売上がない状況の中での行動は、許容可能な損失の原則に該当する。

⑰では光産創大が、主催しているレーザーものづくり講座に参加している。その行動は、手中の鳥の原則に該当する。さらに、F 研究所の h 研究員と懇意になる目的でレーザーものづくり講座に参加し行動を行っている。その行動は、クレイジーキルトの原則に該当する。

図 3-6 に示すように、筆者は浜松市の支援機関に相談し、浜松市の新産業補助金による装置開発を提案されその補助金獲得を目指す。エフェクチュエーション論の 5 原則である手中の鳥の原則や許容可能な損失の原則やクレイジーキルトの原則に基づく行動からのエフェクチュアルな意思決定を行ったことで、補助金獲得による装置開発という「新たな手段」を獲得している。

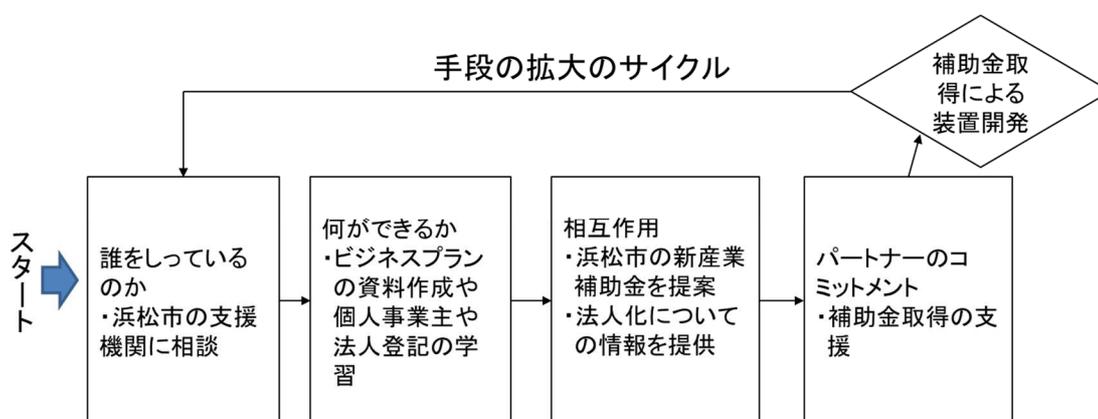


図 3-6 補助金取得による装置開発（新たな手段）

3-7-3. 構造用合板の透湿性改善（新しい目的）

□行動の記述

2016年11月に、本学学生であるコンサルティングG社のi氏の計らいで、木材専門のコンサルティング会社をご紹介頂いた。その席上で、「新たに乾燥を行う目的のみのためにレーザー装置を導入するとは考えにくい、コストで勝負するのではなく、付加価値をつけることを考えるべきではないか。」と指摘された。以前に⑬で木材乾燥の専門企業に

ヒヤリングに行った際に良い反応が得られていなかったのも、やはり難しいのではと考えるようになった。^⑱

2016年12月にレーザー関連企業で、どこかとパートナーシップを組む必要があると考え、光産創大OB企業のI社k氏とレーザー加工に関する打合せを行った。木材のレーザー加工について具体的に装置と方法を示して頂くことができた。^⑲

2016年12月に懇意にしていた食品会社の社長から材木店J社l氏とm氏をご紹介頂き、木材乾燥に関してヒヤリングを行った。その際に、木材に関するレーザー応用として構造用合板への穿孔加工についても教えて頂いた。元々の目的はビジネスプラン・コンテストのヒヤリングであったが、先方からの新たな提案に対して、元々補助金取得を視野に入れていたこともあり、補助金を材木店J社で取得し、パートナーシップを築くことをこちらから提案させて頂いた。^⑳

2016年12月にF研究所のh研究員にビジネスプラン・コンテストのため、レーザーによる乾燥促進についてヒヤリングを行った。木材の穿孔加工はコストがかなりシビアなことを教えられた。技術開発まではできているがコストメリットが出ず、海外の木材が乱開発される原因になっていることも併せて教えられた。^⑱の木材専門のコンサルタントからの意見では光技術では付加価値が高いところを狙っていくべきとの意見があったため、技術の専門家としての意見を確認した。やはり同様の意見で木材に対する光技術は付加価値が重要との認識が深まった。^㉑

■分析と考察

^⑱では、光産創大の学生であるコンサルティング企業G社のi氏から他の専門家を紹介してもらう行動をとっている。これは、手中の鳥の原則に基づく行動である。

^⑲では、レーザー関連企業でパートナーシップを築く必要がある課題に対して、まず、光産創大のOB企業に打ち合わせを行う行動をとる。この行動も、手中の鳥の原則に該当する。

^⑳では、急な相手の提案に対してこちらから、新たな提案をするという行動を行っている。この行動は、飛行機の中のパイロットの原則に該当する。

^㉑では、材木店J社l氏とm氏から、構造用合板の透湿性改善の新たな提案があり、筆者から補助金取得を行い、その提案をパートナーとして実行することを提案している。これは、過去に^⑱や^⑲で述べた専門家からはレーザー乾燥促進は木材の応用が難しいと指

摘を「レモン」として受けとめ、新たな提案を「レモネード」として扱っている。これは、トラブルを糧として新たな行動を行う、レモネードの原則に基づく意思決定である。

これらエフェクチュアルな意思決定により、レーザーによる乾燥促進という課題に変わるレーザーによる構造用合板の透湿性改善という新しい目的を獲得する。その過程を動学モデルで図3-7に図示する。

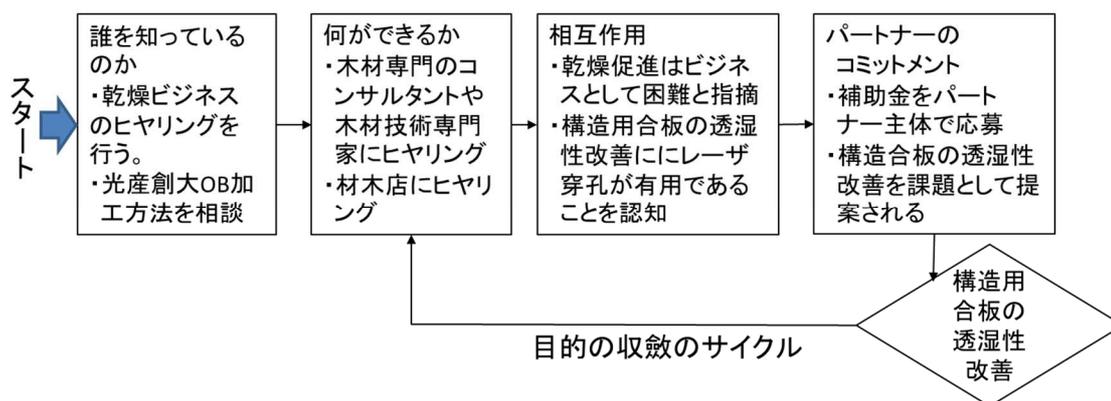


図3-7 構造用合板の透湿性改善（新しい目的）

図3-7に示すように、筆者は、木材のコンサルタントや専門家から付加価値がないとビジネスとして成立しないというアドバイスを得る。レーザーによる乾燥促進のビジネスプランに関するヒヤリングを行っている最中に、構造用合板の穿孔処理で透湿性が改善されることをヒヤリングする。これまで、レーザー乾燥促進が現場からのヒヤリングにおいても、良い反応が得られなかったこともあり、その場で、構造用合板の透湿性改善をパートナーとして材木店を主体に補助金を獲得することを逆提案する。その結果、構造用合板の透湿性改善という「新しい目的」を得ている。レーザー乾燥促進共同研究という目的が頓挫したが、新たに構造用合板の透湿性改善という目的を獲得する。これらはレモネードの原則に基づく意思決定である。さらに、補助金取得による装置開発という新たな手段を得ていたからこそ、重要なエフェクチュアルな意思決定を行えたと考える。

3-7-4. ドリルに変わるレーザー（新たな手段）

□行動の記述

2017年2月に材木店J社m氏から構造用合板の穿孔加工に関するヒヤリングを行い、浜松市の補助事業で行う旨の打合せを行った。雨は入らないが、湿気は通すというこ

とから、極小の穴ということで、F 研究所の h 研究員のところに存在する紫外線レーザーで実験を計画した。⑳

2017年3月に信用金庫主催のビジネスプラン・コンテストの最優秀賞・優秀賞の発表が行われ、優秀賞を受賞した。同じ創業スクールに通う同期の受講生が最優秀賞を受賞され、優秀賞を取得したうれしさの半面、最優秀賞を逃した悔しい思いもした。㉑

2017年3月に創業部門の優秀賞を受賞したことで、以前から懇意にさせて頂いている商工会の会長からお声がけ頂き、何か困っていることや支援できることはないかとのお話を頂いた。㉒-①

2017年3月に創業部門の優秀賞を受賞したことで、信用金庫の支店担当者から連絡を頂き、支店長からも応援するとのコメントを頂いた。㉒-②

2017年3月に、浜松市の外部委員会で一緒した商工会議所の職員とイベントで一緒になり、ご訪問頂き、当方のビジネスプランについてコメントを頂いた。経営革新や相談事があればいつでも相談に載って頂けるとお伺いできた。㉒-③

2017年4月に、信用金庫職員からレーザー関連で面白い人がいると言われて打ち合わせを行った。レーザー加工機の輸入代行を中国から導入することも担っておられる個人事業主で中国製のレーザー加工機は出力等が安定しないなどの問題点があったが、問題点が解決した企業とコラボレーションされているということをお聞きした。㉓

2017年4月に、信用金庫職員の紹介で2017年4月に話をきいたレーザー加工機の輸入代行を行う個人事業主と再度、レーザーの価格やどのような問題点が生じる可能性があるかについて打ち合わせを行った。輸入代行のほかにファブリケーションラボも経営されているので、今後の関係性を築くためにファブリケーションラボの半年間の使用权を18,000円で契約した。㉔

2017年4月に、材木店J社m氏と今後の実験計画と木材分野に関して情報交換を行った。穴が小さく、施工時に雨水が浸入しないというメリットから、紫外線レーザーを用いる実験を行うことになった。㉕

2017年4月にF研究所のh研究員に協力を得て、構造用合板に対して紫外線レーザーを照射する実験を行った。厚い構造用合板では貫通せず、15mm程度のものが限界であることが判明した。加えて、h研究員と今後の実験日程、どのような実験を行うかに関して打ち合わせを行った。㉖

2017年5月に光産創大 a 教授にも同行頂き、材木店 J 社 m 氏と打合せを行った。F 研究所の h 研究員の協力を得て行った紫外線レーザーによる構造用合板の穿孔実験を行った結果を報告した。紫外線レーザーによる構造用合板の穿孔事業における浜松市の補助金取得に向けた今後の展開と木材分野に関して情報交換を行った。⑳

2017年5月に F 研究所の h 研究員の協力で紫外線レーザーとドリルによる構造用合板の穿孔を行った。紫外線のレーザーはまだ開発途上の部分も多く、照射パワーも弱いいため、加工に1時間以上かかることが分かった。実験では小さいサンプルを用いるため1時間で済むが、実際の大きな構造用合板だと1枚を仕上げるのに1日以上かかることが判明し、当初予定はしていなかったが、筆者はコスト面からも装置価格が安い炭酸ガスレーザーを検討したほうが良いと感じた。㉑

2017年6月に材木店 J 社 m 氏に紫外線のレーザーはまだ開発途上の部分も多く、照射パワーも弱い点をお伝えし、炭酸ガスレーザーで行うことを提案し了解された。透湿性を改善した構造用合板は、既にライバル商品があるために、コストの面でライバル商品より価格を低くする必要があることを聞いた。㉒

2017年7月に材木店 J 社 m 氏に紫外線のレーザーにおける構造用合板の透湿試験結果の納品を終えた。強度試験についても小試験で問題ないことも併せて報告をしたが、実際には大きな構造用合板で実験する必要性を伝えた。筆者は、コスト削減のための量産化時に、ドリルであればレーザーに比べては穴径を制御することが容易であることと、レーザーでは装置が高くなってしまふことが懸念されることから、レーザーではなくドリルを提案したところ、材木店 J 社 m 氏から「今後発展していく光技術の動向とレーザーだから補助金申請が通ったことを考えるとレーザーを行うことは必須ではないか。里灯都が行うのならなおさらである」と発言された。㉓

2017年7月に材木店 J 社 m 氏と市の補助金を使用して行う実験に関しての今後の実験計画について打合せを行った。㉔-①

2017年8月に材木店 J 社 m 氏と市の助成金における実験について、今後の実験計画を打ち合わせした。㉔-②

2017年9月に材木店 J 社 m 氏と市の補助金に関して、ドリル試験が終了したことで透湿性実験を開始したことを報告した。㉔-③

2017年10月に材木店 J 社 m 氏に透湿性構造用合板のレーザー加工実験に関して情報共有を行った。㉔-④

2017年10月に材木店J社m氏と打合せを行った。構造用合板の透湿性向上に関して、レーザーを主眼にして考えたい。穴を開けることに対して難しい側面があることも理解しているが、レーザーを使ったという部分にこだわりたい。穴が大きくなるにつれ、虫が入る、雨で水が入ることが懸念される。③④

2017年12月に透湿性実験を行い、ドリルに比べレーザーで37%透湿性抵抗が低下することが確かめられた。③⑤

■分析と考察

②⑦⑧では、紫外線レーザーで木材加工の研究を行っているF研究所のh研究員に協力を得ている。その行動は、手中の鳥の原則に該当する。

③④-①②③では、ビジネスプラン・コンテストで受賞した結果、多方面からの訪問要請があり、実際にどのような提携があるか分からない中で、関係性構築の強化を考え行動している。これは、クレイジーキルトの原則に該当する。

⑤⑥では、これまで関係のあった信用金庫職員から紹介を得ている。その行動は、手中の鳥の原則に該当する。さらに、年間使用権が、支払い可能な金額であるため契約を行っている。その行動は、許容可能な損失の原則に該当する。

⑦⑧⑨⑩⑪では、極小の穿孔が形成される紫外線レーザーを検討していたが、難しいと分ると光産創大a教授とも相談し、当初予定がなかった炭酸ガスレーザーを採用する。その行動は、飛行中のパイロットの原則に該当する。

⑫⑬⑭⑮では、パートナーである材木店J社の希望によって提案したドリルではなく、仕方なく酸っぱい「レモン」と言える、「レーザー」を選択した。結果として、酸っぱい「レモン」から「レモネード」が出来るように、透湿性がドリルよりレーザーで改善される結果となった。この行動は、レモネードの原則に該当する。

これらエフェクチュアルな意思決定を動学モデルで図3-8に図示する。

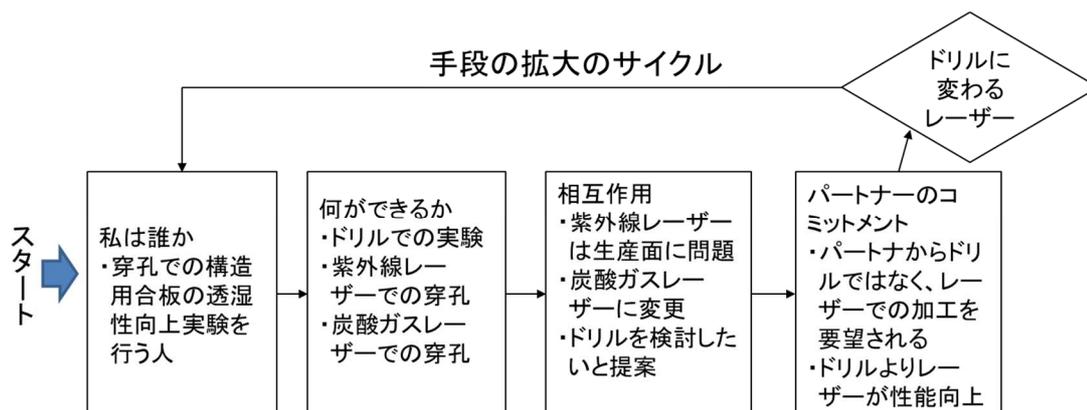


図 3-8 ドリルに変わるレーザー（新たな手段）

図 3-8 に示すように、ドリルであればレーザーに比べては穴径を制御することが容易であることと、レーザーでは装置が高くなってしまふことが懸念されることから、レーザーではなくドリル加工を提案する。しかし、弊社名の里灯都はドイツ語で光を意味し、里灯都が行う事業としては適切ではないという材木店 J 社からのコメントがあり、パートナーからの要望であったため、仕方なくレーザーを用いた実験を行う。しかし、予想に反して、透湿実験を行った結果、レーザーがドリルを凌ぐ性能を得る。筆者単独で、コーゼーション的意思決定を優先し、ドリルという手段を選択していたらレーザーでの発見は成しえなかった。レーザーに変わるドリルという新たな手段をレモネードの原則に基づく意思決定で獲得している。

筆者は、光産創大入学当時である 2015 年 4 月から光産創大 o 教授からエフェクチュエーション論を教授される 2018 年 3 月まで、それについての知見なく行動していたが、同期間においても、エフェクチュアルな意思決定を行っていることがこれまでの分析によって判明した。このような意思決定は、ベンチャー企業の取締役を務める a 教授や元々起業家である b 教授からの直接的な教育と光産創大のオーダーメイドでハンズオンの起業家教育により、エフェクチュアルな意思決定が促されたのではないかと想像される。

3-7-5. 量産化課題を公的助成制度で解決（新たな手段）

本項はこれまで 3-7-1～3-7-4 と異なり、エフェクチュエーション論を教授され、それを意識して行った意思決定について分析し考察を行う。

□行動の記述

2018年3月に博士論文をまとめようとする際に、自らの行動をまとめたいと考えていたところ、光産創大 o 教授から起業家の行動様式に関するエフェクチュエーション論を紹介される。⑳

2018年4月に構造用合板のレーザー実験に関して光産創大 b 教授と p 客員教授と打ち合わせを行った。低価格にするため高速に穿孔する方法（量産化に関して）を御教授頂いた。㉑

2018年4月に構造用合板のレーザー実験に関して光産創大学生で大型板金加工業 K 社 q 氏と実験条件についてお打合せを行い5月には実験も行った。㉒ - ①

2018年5月に光産創大学生企業の大型板金加工業 K 社で構造用合板に対するレーザー加工の実験を行った。㉒ - ②

2018年5月に F 研究所の h 研究員に研究のアドバイスを頂いた。㉓

2018年5月に光産創大 b 教授と構造用合板について打合せを行った。周辺技術や困難がある部分に関してのビジネス化についてもアドバイスがあった。㉔

2018年6月に F 研究所の h 研究員と構造用合板の論文に関するアドバイスや新しいレーザーに対する技術情報を頂いた。㉕

2018年7月に光産創大 b 教授と p 客員教授と構造用合板の量産化の実証実験を p 客員教授が所属する企業にて行った。その後打ち合わせを行い、今後の方針を検討した。㉖

2018年7月に光産創大も関係している A-SAP に研究的要素が強い内容を応募し、適性検査にも合格した。㉗-①

2018年8月に A-SAP スカウトレポートを作成するために打ち合わせを本プログラムの Business Financial Coach（事業計画書作成者、以下「BFC」）と打ち合わせを行った。㉗-②

2018年8月に A-SAP の補助金の1次審査についてヒヤリングをうけた。㉗-③

2018年9月に A-SAP のプログラムで残念ながら1次審査で脱落し2次審査に進めなかったことを報告された。どのようなところに問題があったのかをフィードバックされた。今回の計画は、研究色が強すぎていて、具体的なビジネスプランにする必要があるとコメントをもらった。研究的な部分が多かったことが A-SAP に採択されなかった原因だと知ることができ、次回は現場レベルに近い内容にしようと考えた。㉘

2018年10月に地元信用金庫の創業塾でお世話になった弁理士と ForesxTech（フォレステック）の商標に関する打ち合わせを行った。^{④⑤}

2018年12月に構造用合板の量産化の検討をフォトンバレーセンターの A-SAP で進めることについて、材木店 J 社と共同名義で応募することを確認した。^{④⑥}

2018年12月に光産創大 b 教授と p 客員教授と構造用合板の量産化の検討に関して、フォトンバレーセンターの A-SAP の補助事業を用いて行う旨の下打合せを行い、実験でのアドバイザーになることに対して快諾された。^{④⑦}

2019年1月に再度 A-SAP に申し込みを行い、フォトンバレーセンターと光産創大 p 客員教授と株式会社里灯都で A-SAP 適合性評価に関する打ち合わせを行った。^{④⑧}

2019年2月に A-SAP 適合性評価に合格し、フォトンバレーセンターのスカウト（実験計画策定者・プレゼン担当）と BFC からのヒヤリングを材木店 J 社 m 氏とお受けした。^{④⑨}

2019年4月に A-SAP が採択され、プロジェクトマネージャー（光産創大 a 教授）とスカウト（実験計画策定者・プレゼン担当）と BFC と打合せを行った。^{⑤⑩}

■分析と考察

^{③⑥}ではエフェクチュエーション論を紹介された。2018年2月に行ったシリコンバレーでは Who am I が意味する、あなたは何者で何のためにその事業をするのかを明確にせよと言われ続けたため、Who am I から始めるエフェクチュエーション論に非常に共感した。この行動は、手中の鳥の原則に基づくものである。

^{③⑦}ではエフェクチュエーション論を学んでいたため、量産化の課題に対して、手中の鳥の原則と理解し、光産創大 b 教授と p 客員教授に相談した。

^{③⑧}では手中の鳥の原則と許容可能な損失の原則を意識し、光産創大学生で、無償協力で金銭の授受がないということもあり、実験の打ち合わせを行い実験した。

^{③⑨④①}では手中の鳥の原則を意識して、F 研究所の h 研究員にアドバイスを求めた。

^{④②}では手中の鳥の原則を意識し光産創大 b 教授のご意見を聞いた。

^{④③}では手中の鳥の原則と許容可能な損失の原則とクレイジーキルトの原則を意識し、光産創大 p 客員教授所属する企業で実験を行った。^{④④}では、A-SAP の採択に至ってからは光産創大 p 客員教授には、アドバイザーとして協力を得ている。

④①②③では、光産創大も関係している A-SAP の応募を行う。この行動は、手中の鳥の原則を意識して行っている。

④④⑤⑥⑦⑧⑨⑩の一連の行動は、前回の④④で採択されなかった反省をもとに再度、A-SAP を取得することで、事業を前に進めようとする行動である。失敗を糧として成功に導こうとする。レモネードの原則に基づいている。エフェクチュアルな行動を意識的にとることが見て取れる。

これらの行動を図 3-9 に動学モデルとして図示する。

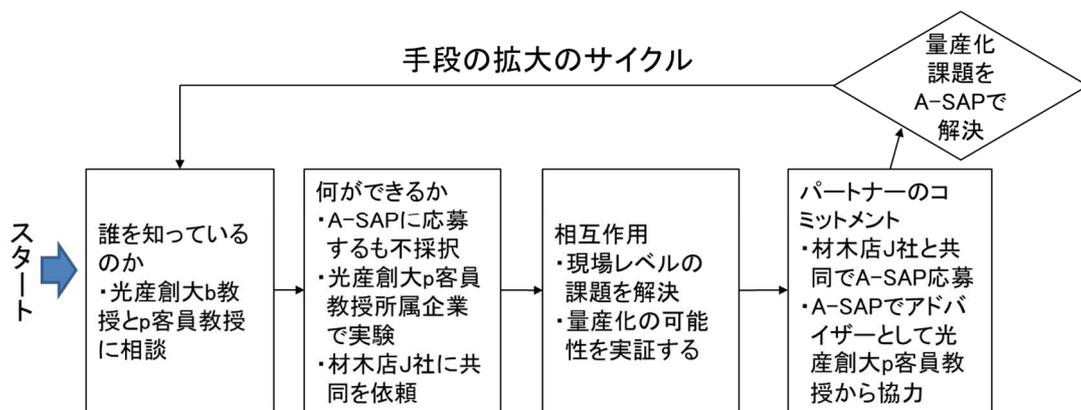


図 3-9 量産化課題を公的助成制度で解決（新たな手段）

図 3-9 に示すように、筆者は、レーザー穿孔における事業を拡大しようとし研究的な課題を探索するため、A-SAP に応募する。研究的な要素ではあったが、レーザー穿孔の量産化は重要と考え、どのような穿孔が良いか光産創大 b 教授に相談したところ、光産創大 p 客員教授に相談するようにアドバイスを受ける。しかし筆者は、A-SAP の趣旨を理解しておらず、研究的な要素が強かった本課題は落選してしまう。ここでレモネードの原則を思い出し、あきらめることなく、より実用に近い現場の技術として、構造用合板の開発を行ってきた材木店 J 社と共同で応募することにより、A-SAP に採択される。落選したことをレモネードの原則に該当すると考え、新たな契機と捉え、エフェクチュアルな意思決定を行えたことで、量産化課題を公的助成制度で解決という「新たな手段」を得られた。エフェクチュエーション論の原則を学んだことにより、一度の落選であきらめることなく、新たな契機として捉えたことが「新たな手段」の獲得に繋がった。

3-8. まとめ

本章の目的は、創業期の事業課題探索活動において、どのような意思決定が行われたか、その過程を明らかにすることである。筆者の行動をセルフエスノグラフィーで記述し、エフェクチュエーション論の概念枠組みを用いて分析と考察を行った。

2018年3月まで光産創大o教授からエフェクチュエーション論を教授されるまで、それに関する知見なく行動していたが、大学入学時から、エフェクチュエーション論を知る2018年3月までエフェクチュアルな意思決定を行っていることが判明した。ベンチャー企業の取締役を務めるa教授や元起業家であるb教授からのアドバイスや光産創大のオーダーメイドでハンズオンの起業家教育によって、こうしたエフェクチュアルな意思決定が促されたのではないかと考えられる。

共同研究という重要な意思決定を手中の鳥の原則や許容可能な損失の原則が示す行動に基づき、エフェクチュアルな意思決定を行ったことで、レーザー乾燥促進共同研究という「新しい目的」を獲得している。手中の鳥の原則や許容可能な損失の原則に該当する行動に基づく意思決定の結果、補助金獲得による装置開発という「新たな手段」を獲得している。

レーザー乾燥促進共同研究という新たな目的が木材のコンサルタントや専門家の指摘により頓挫した。しかし、材木店からレーザー穿孔によって、構造用合板の透湿性を低減することができるというヒヤリング結果から、材木店を主体に補助金を取得し、レーザーによって構造用合板の透湿性低減を事業として逆提案した。その結果、構造用合板の透湿性改善という「新しい目的」を得ている。レーザー乾燥促進共同研究が頓挫するという困難を糧として、構造用合板の透湿性低減という新しい目的を取得する行動は、レモネードの原則に該当する。さらに補助金取得による装置開発という「新たな手段」である「手中の鳥」を得ていたからこそ、このように重要なエフェクチュアルな意思決定を行えた。

また、筆者はドリルであればレーザーに比べて穴径を制御することが容易であることと、レーザーでは装置が高くなってしまふことが懸念されることから、レーザーではなくドリル加工を提案した。しかし、弊社名の里灯都はドイツ語で光を意味し、里灯都が行う事業としては適切ではないとの指摘がありレーザーを用いた実験を行った。その結果、レーザーがドリルに比べて透湿性が高くなることが分かった。筆者単独で、手段を選択して

いたら成しえなかったことである。その意思決定は、レモネードの原則に基づく行動である。

筆者は、レーザー穿孔における事業を拡大しようと新たな研究的な課題を探索するため、A-SAP に応募した。今後の方針を光産創大 b 教授に相談したところ、光産創大 p 客員教授に相談することをアドバイスされた。結果として、A-SAP の趣旨を理解しておらず、研究的な要素が強かったため、応募したが、本課題は落選に至った。既にエフェクチュエーション論を学んでいたため、これを「レモン」として捉えあきらめることなく、より実用に近い現場の技術として、構造用合板の開発を共同で既に開発してきた材木店 J 社と A-SAP に共同で応募することで採択された。エフェクチュエーション論を意識し、一旦落選したことを新たな契機と捉え、エフェクチュアルな意思決定を行ったで、量産化課題を公的助成制度で解決という「新たな手段」が得られた。

本章の学術的価値は、多くの先行研究で評価されている起業家の行動様式を説明する理論としてのエフェクチュエーションの有効性を筆者のセルフエスノグラフィー調査によって検証したことである。

第3章の参考文献

- 石井淳蔵 (1993) 「マーケティングの神話」『日本経済新聞出版社』
- 伊賀聡一郎 新西 誠人 山本 健吾 (2009) Ricoh technical report 35, 41-49
- 伊藤勇 徳川直人 内田健 (監訳) (2009) 「質的研究用語事典」『北大路書房』 16-17.
- 伊藤精男 (2015) 経営学論集 25(4),25-43
- 梅木晃, 堀池敏男 大石友子 井形浩治 (2004) 「事業構想と経営—アントレプレナーとベンチャー・ビジネスの理論と実践」『嵯峨野書院』
- 花家彩子 (2012) 学校教育学研究論集 (25) 85-98
- 河崎宜史 高野昌樹 山形和明 岡田久子 (2011) 日立評論 11 33-39
- 川田千恵子 (2015) 「マシンビジョン・ベンチャー企業の長期存続と協業に関する研究—長期存続要件の定量分析と協業における起業家のアイデンティティの視座からの定性分析—」 光産創成大学院大学博士論文
- 栗木契 (2015) 国民経済雑誌 211(4) 33-46
- 栗木契 (2018) マーケティングジャーナル 37(4),12-13
- 佐藤郁也 (1984) 「暴走族のエスノグラフィー」, 『株式会社新曜社』
- 佐藤智恵 (2011) 保育学研究 49(1) 40-50
- 佐藤善信 (2017) 『企業家精神のダイナミクス：その生成、発展および発現形態のケース分析』 関西学院大学出版会 40-41
- 曾山哲人 栗木契 (2018) マーケティングジャーナル 37(4) 33-46
- 堀池敏男 (2014) 京都学園大学経営学部論集 23(2) 27-47
- 松田修一 (2014) 「ベンチャー企業<第4版>」 『日本経済新聞出版社』
- 松行彬子 松行輝昌 (2015) 現代社会研究 13 149-153
- 森下桂嗣 (2017) 「新規事業開発実践のセルフエスノグラフィー—ナラティブ・アプローチによる市場調査と情報共有化および冷陰極電子源の開発—」 光産創成大学院大学博士論文
- 吉田満梨 (2017) BtoB コミュニケーション 49(9),12-18
- 渡部暢 (2018) Transactions of the Academic Association for Organizational Science. 7(2) 81-86

- Andersson, S. (2011), *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 18(3), 627-643
- Bygrave, W.D., *The Portable MBA in Entrepreneurship*, John Wiley & Sons, (1994) (千本倅生・バブソン起業研究会(訳)『MBA 起業家育成』学習研究社(1997))
- Chetty, S., Ojala, A., & Leppäaho, T. (2015). *Journal of Marketing*, 49 (9/10), 1436-1459.
- Chris Welter, René Mauer and Robert J. Wuebker (2016) *Strategic Entrepreneurship Journal* 10 5-20
- Chris Welter Sungho Kim (2017) *Journal of Business Venturing* 33(1) 1-47
- Ellis, C. and Bochner, A. P. (2000). Autoethnography, Personal Narrative, Reflexivity: Researcher as Subject, In Denzin, N. K. and Lincoln, Y. S., eds., *Handbook of Qualitative Research*, Second Edition, Sage Publications, 733-768.
- Gaylen N. Chandler, Dawn R. DeTienne, Alexander McKelvi, Troy V. Mumford (2011) *Journal of Business Venturing* 26 375-390
- Hans Berends, Mariann Jelinek, Isabelle Reymen, Rutger Stultiëns (2014) *Journal of Product Innovation Management* 31(3) 616-635
- Jeffrey A. Timmons. (1994). *New venture creation : entrepreneurship for the 21st century*, Irwin. (千本 倅生・金井 信次訳、『ベンチャー創造の理論と戦略—起業機会探索から資金調達までの実践的方法論』ダイヤモンド社 1997年)
- Jeffrey H. Dyer, Hal B. Gregersen, Clayton Christensen (2008) *Strategic Entrepreneurship Journal* 2(4) 317-338
- John T. Perry, Gaylen N. Chandler, Gergana Markova (2011) *Entrepreneurship: Theory and Practice* 36(4) 837-861
- Katrin M. Smolka, Ingrid Verheul, Katrin Burmeister-Lamp, Pursey P.M.A.R. Heugens (2018) *Theory and Practice*, 42(4) 571-604
- Richard J. Arend, Sarooghi, Hessam, and Burkemper, Andrew C. (2015). *The Academy of Management Review* 40(4). 1-34
- Robert K. Yin (1994), *Case Study Research: Design and methods*, Second Edition, Sage Publications Inc., (近藤公彦訳『ケース・スタディーの方法』千倉書房 1996年)

- Sarasvathy, Saras D. (2008). *Effectuation: Elements of entrepreneurial expertise*, Edward Elgar Publishing Limited. (加護野忠男監修、高瀬進・吉田満梨訳、『エフェクチュエーション』碩学舎 2015年)
- Stephen Wakeman: Fieldwork, Biography and Emotion (2014) Doing Criminological Autoethnography *The British Journal of Criminology*, 54(5) 705–721
- Stuart Read, Nicholas Dew, Sara Sarasvathy, Michael Song, and Robert Wiltbank (2009) Marketing Under Uncertainty: The Logic of an Effectual Approach *Journal of Marketing* 73, 1–18
- Tamara Galkina Sylvie Chetty (2015) *Management International Review* 55(5) 647–676
- Yi Jiang, Charles-Clemens (2018) *Theory and Practice* 1-32

第4章 結論

4-1. 本研究の目的と結果

本章では、本研究の結果についてまとめ結論を示す。さらに、本研究の光産業創成における意義について述べる。本研究のビジョンは、光技術による林業・木材産業の成長産業化である。本ビジョンを達成するため、起業実践を通じて林業・木材産業分野における課題を設定し、構造用合板における技術的な目的と課題獲得における経営的な目的を設定した。

4-1-1. 本研究の目的

1. 透湿性で重要となる水蒸気移動が「拡散型」もしくは「空気移流型」であることを明らかにする。モデル計算を用いて水蒸気移動の定量評価を行うことで機序を明らかにする。断面形状の透湿性に与える影響を明らかにする。
2. 創業期の事業課題探索活動において、どのような意思決定が行われたか、その過程を明らかにする。

4-1-2. 本研究の結果

本研究の結果を以下に示す。

1. 「拡散型」と水蒸気圧力差に起因する空気の流入による「空気移流型」の寄与について実験とモデル解析で明らかにするとともに、断面形状の透湿性に与える影響について議論することを目的とし、構造用合板（270×270 mm）を用いて、レーザー穿孔とドリル穿孔を行い、透湿性実験とモデル計算を行った。その結果と事業検討を以下に示す。

透湿性実験によって、 $\phi 1\text{mm}$ のレーザー穿孔ではドリル穿孔に比べ、構造用合板の透湿性が 2.7 倍に向上されることが明らかとなった。モデル計算の結果、レーザーの場合とドリルの場合の透湿性の違いが、穿孔の形状の差に起因する。これらの結果より、穿孔の形状と穴の個数が与えられれば、透湿抵抗が再現性良く求められる。従って、炭化有無が透湿性能に影響を与えないことがわかった。

高温空気流の直接観察によって、水分子の濃度勾配による拡散現象ではなく、圧

力差によって生まれる空気移流であることが実験的に明らかとなった。透湿性実験から得られた流束と空気移流によるモデル計算によって得られた流束は、レーザー穿孔とドリル穿孔で $\phi 1\text{ mm}$ と $\phi 5\text{ mm}$ の場合でよく一致しており、構造用合板の穿孔では、空気移流が支配的であることを初めて明らかにした。

事業化検討では、実用上問題となる観点から考察し、 2.87 mm 以下の穿孔径であることが望ましいことも明らかにした。課題として、穿孔後の強度をよく似た穿孔条件である先行研究と比較することで検討した。しかし、これについては、実際に強度実験を行い明らかにする必要がある。コスト面から検討した結果、レーザー穿孔時間を短縮する必要があることも分かった。引き続きこのことについても取り組む必要がある。

2. 創業期の事業課題探索活動において、どのような意思決定が行われたか、その過程を明らかにすることを目的とし、筆者の行動を記述するためセルフエスノグラフィーを用い、エフェクチュエーション論の概念枠組みを用いて分析と考察を行った。

エフェクチュエーション論を学ぶ前から、重要な意思決定をエフェクチュアルに行ったことで、レーザー乾燥促進共同研究という「新しい目的」を獲得している。さらに、補助金獲得による装置開発という「新たな手段」を獲得している。構造用合板の透湿性改善という「新しい目的」を獲得している。透湿性がドリルよりレーザーで改善される結果となった、ドリルに変わるレーザーという「新たな手段」を獲得している。ベンチャー企業の取締役を務める a 教授や元々起業家である b 教授からの直接的な教育と光産創大のオーダーメイドでハンズオンの起業家教育により、エフェクチュアルな意思決定が促されたのではないかと想像される。

エフェクチュエーション論を学んだ後は、エフェクチュアルな意思決定を意識し、一旦落選したことを新たな契機と捉え、エフェクチュアルな意思決定を行えたことで、A-SAPによる量産化という「新たな手段」を得られた。

本章の学術的価値は、多くの先行研究で評価されている起業家の行動様式を説明する理論としてのエフェクチュエーションの有効性を筆者のセルフエスノグラフィー調査によって検証したことである。

4-1-3. 本研究の結論

本研究におけるビジョンは、光技術による林業・木材産業の成長産業化である。本ビジョンに対し、本研究では、起業実践を通じて林業・木材産業分野における課題を設定し、その一部を実行した。

1. 本研究の新規性は、レーザー穿孔に特徴的な樽形状が構造用合板の透湿性向上に与える影響を明らかにしたことである。木材のレーザー穿孔特有の形状を利用した独創性のある結果である。当初の目標であったレーザー穿孔によってグラスウールの透湿性を上回ることができた。これはドリル穿孔では生産性や現場適応の観点から成し遂げられなかった結果である。さらに、モデル計算により、穿孔形状と穿孔個数により実験前に透湿性を見積もることができるようになった。これら、産業用途として可能性のある技術であることを示した。
2. エフェクチュエーション論を知る前から、エフェクチュアルな意思決定が多く見られる。そのエフェクチュアルな意思決定によって、「新たな目的」と「新たな手段」を獲得しており、エフェクチュアルな意思決定が創業時において有益であることが分かった。これら、エフェクチュアルな意思決定を行うことで産業用途に使用できる課題を獲得している。本研究の経営的側面での学術的価値は、本事例研究により、エフェクチュエーション論が、実効性のある理論であることを検証したことである。

4-2. 光産業創成における本研究の意義

本研究におけるビジョンは、光技術による林業・木材産業の成長産業化である。これまでの研究結果より、木材産業用途における、レーザー穿孔技術によって構造用合板の透湿性向上が可能となった。さらに、エフェクチュアルな意思決定によって、事業課題を見つけることが可能であることが示唆された。これらの結果より、インプリケーションとして、光技術を用いた林業・木材産業の成長産業化において、本研究は1 mm 径という小さい口径で実現しており、高速にレーザーが穿孔可能であるため、産業用途としての可能性も新たに拓くことができた。この点において光産業創成に貢献するものである。今後、林業・木材産業分野における第2、第3の構造用合板の透湿性向上のような課題をエフェ

クチュアルな意思決定で見つけ、光技術によって技術的解決を行うことで、ビジョンとした「光技術による林業・木材産業の成長産業化」を達成できると考える。

以上4章の内容をまとめ、2章で記載した目的、手段を加え、表4-1に本研究におけるビジョン、目的、手段、結果、インプリケーションを示す。

表4-1 本研究におけるビジョン・目的・手段・結果・インプリケーション

ビジョン	光技術による林業・木材産業の成長産業化	
本研究の目的	<p>「拡散型」と水蒸気分圧差に起因する空気の流入による「空気移流型」の寄与について実験とモデル計算で明らかにするとともに、断面形状の透湿性に与える影響について明らかにする。</p>	<p>創業期の事業課題探索活動において、どのような意思決定が行われたかその過程を明らかにする。</p>
結果	<p>穿孔がされた構造用合板に対して、「拡散型」ではなく、「空気移流型」が支配的であることが初めて分かった。 モデル計算と実験の結果、水蒸気移動は圧力差によって起こる移流であることが初めて確認した。 モデル計算と実験の結果、レーザーの場合とドリルの場合の透湿性の違いが、穿孔の形状の差に起因することが初めて明確化した。</p>	<p>エフェクチュエーション論の概念を学ぶ前からの大学入学初期の頃からエフェクチュアルな意思決定が行われた。 エフェクチュアルな意思決定によって、新たな目的である構造用合板の透湿性向上という事業課題が獲得されたことが明らかとなった。 学術的価値は、多くの先行研究で評価されている起業家の行動様式を説明する理論としてのエフェクチュエーションの有効性を筆者のセルフエスノグラフィー調査によって検証したことである。</p>
インプリケーション	<p>光技術を用いた林業・木材産業の成長産業化において、本研究は1 mm径という小さい口径で実現しており、高速にレーザーが穿孔可能であるため、産業用途としての可能性も新たに拓くことができた。この点において光産業創成に貢献するものである。 今後、林業・木材産業分野における第2、第3の構造用合板の透湿性向上のような課題をエフェクチュアルな意思決定で見つけ、光技術によって技術的解決を行うことで、ビジョンとした「光技術による林業・木材産業の成長産業化」を達成できると考える。</p>	

業績目録

1. 論文

酒井浩一、三間罔興、藤田和久 (2019) 「レーザー穿孔による構造用合板の透湿性向上の解明」、木材工業 2020 年 5 月号掲載予定

2. 抄録

酒井浩一、増田靖 (2018) 「大学発ベンチャーにおける エフェクチュエーション的側面」、日本情報経営学会第 77 回全国大会予稿集【秋号】

3. 学会発表・事業発表

○学会発表 (国際会議)

K. Sakai, K. Fujita, and K. Mima (2020), "Improving the moisture permeability of structural plywood using laser", Laser Solutions for Space and the Earth 2020 Congress, Apr. 21-24, 2020 (Yokohama, Japan), submitted.

○学会発表 (国内会議)

松下正和、天野真志、内田俊秀、藤田和久、酒井浩一、吉川圭太、古田雅一 (2016) 「水損和紙資料 (古文書) に発生したカビの放射線殺菌に関する基礎的検討」、大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センター共同利用報告会、大阪府立大学 2016 年 11 月 18 日

酒井浩一 (2017) 「経営実践における人との出会い—その意味と実践への影響—」、2016 年度 第 4 回 組織ディスコース研究部会(IMI 研究会) 専修大学 2017 年 1 月 22 日

酒井浩一、増田靖 (2018) 「大学発ベンチャーにおけるエフェクチュエーションに関する—考察、第 7 回マーケティングカンファレンス 2018 」早稲田大学・早稲田キャンパス 8 号館 2018 年 10 月 14 日

松下正和、天野真志、内田俊秀、酒井浩一、藤田和久、吉川圭太、古田雅一、Nguyễn Thị Thùy Linh (2018) 「水損和紙資料 (古文書) に発生したカビの放射線殺菌に関する基礎的検討」、日本食品照射研究協議会大会、放射線プロセスシンポジウム、地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター本部 2018 年 11 月 20 日

酒井浩一、増田靖（2018）「大学発ベンチャーにおける エフェクチュエーション的側面」、日本情報経営学会第 77 回全国大会、西南学院大学、2018 年 11 月 24 日

酒井浩一、三間囿興、藤田和久（2019）「レーザー穿孔による構造用合板の透湿抵抗の低減とモデル計算」、2019 年度日本木材学会中部支部大会、ポートメッセ名古屋会議ホール、2019 年 10 月 3 日

酒井浩一、三間囿興、藤田和久（2019）「レーザー穿孔での樽形状による構造用合板の透湿抵抗低減とモデル計算」、令和元年度レーザー学会中部支部若手研究発表会、ウイंकあいち（愛知県産業労働センター）、2019 年 11 月 18 日

○事業発表

浜松インデペンデンツクラブ 特定非営利活動法人インデペンデンツクラブ、静岡ものづくり未来応援団 プレスタワー17階 静岡新聞ホール 2017 年 5 月 16 日

ドイツ・チューリンゲン州とのネットワーキング会、オプトネクスト浜松、プレスタワー17階 静岡新聞ホール 2017 年 10 月 4 日

Hamamatsu Venture Tribe 3rd MeetUp、浜松信用金庫板屋町支店、2018 年 3 月 14 日

静岡県ニュービジネス協議会 5 月例会 一般社団法人静岡県ニュービジネス協議会 B.I. 通商 3 階研修室 平成 2018 年 5 月 22 日

はままつスタートアップ創業スクール無料体験講座【キックオフ】、浜松信用金庫 ホテルコンコルド浜松、2018 年 8 月 25 日

始動 Next Innovator 2018 始動カフェ、『ローカルの視点』～ローカルからのインベーション・ビジネス事情～、経済産業省、Ignitionlab MIRAI(WiL 東京オフィス)、2018 年 9 月 8 日

Morning Pitch 第 285 回 環境特集、トーマツ ベンチャーサポート株式会社、野村証券株式会社 新宿野村ビルデロイト 2019 年 6 月 13 日

Get to know Hamamatsu ～Venture meetup session～、浜松市ファンドサポート事業 SENQ 霞が関 2019 年 9 月 3 日

第 30 回 Morning Pitch in 静岡、デロイト トーマツ ベンチャーサポート株式会社 及び Shizuoka Innovative Venture's Club、有限責任監査法人トーマツ セミナールーム、2019 年 9 月 26 日(木)

4.知的財産

特開 2018-202807 木材の加工方法、木材の乾燥方法及び木材の薬液含浸方法 発明者

酒井 浩一 2017年6月8日出願

特開 2019-143330 構造板及び構造板の製造方法 発明者 鈴木 諭、鈴木 信吾、酒井

浩一 2018年2月19日出願

商標登録 6142169 フォレストック 出願人 株式会社里灯都 2019年5月10日

商標登録 6142170 ForesxTech 出願人 株式会社里灯都 2019年5月10日

5.報道等

「ベンチャーミーティングの様様」、中日新聞、2016年9月9日

「会社紹介、企業理念、どうして起業しようと思ったか、社会に対するミッション」

FMハロー「フレッシュデリシャス★インフォ」 2016年11月27日

「会社紹介、林業活性化へベンチャー始動 浜松、木材乾燥の光技術開発」、静岡新聞

2017年5月25日

「会社紹介、起業の動機、どうして今、林業か」、SBS ラジオ IPPO(いっぽ)、2017年

6月26日

「会社紹介、起業の動機、ドイツのチューリンゲン州と浜松市のネットワーキング」

Hamamatsu Startup News 2017年11月7日

「会社紹介、シリコンバレーに関して、スタートアップを育てる環境」、Life Hack

2018年3月16日

「Hamamatsu Venture Tribe 3rd MeetUp の登壇様様」、Hamamatsu Startup

News、2018年3月18日

「会社紹介、起業の動機、今後の事業展開」 月刊事業構想 2018年8月1日

「はままつスタートアップ創業スクールの体験講座にパネリストとして登壇の様様」

静岡新聞 2018年8月29日

「会社紹介、起業の動機、今後の事業展開」、浜松情報 10月号起業家列伝 2018年10

月1日

「会社紹介、起業の動機、製品紹介、今後の方向性」、リバネス社創業応援 2018年12

月1日

「始動 Next Innovator に浜松から過去選出として紹介」、日経新聞、2018年12月18

日

6.受賞

第4回はましん CHALLENGE GATE (チャレンジゲート)、「天竜木材を世界に！！～光技術による天竜杉の乾燥促進処理～」 創業部門 優秀賞、2017年3月14日

経済産業省主催 Next Innovator 2017、「エイジングウッド～木材の古材化ビジネス～」、シリコンバレー派遣選抜 2017年12月16日

第1回静岡テックプラングランプリ 「ごみを資源へ家庭内鉱山化～有機汚泥の非加熱乾燥バイオマス燃料化事業～」、藍澤証券賞、2018年7月7日

7.受託研究

研究課題名：「構造用合板の機能性向上の検討1」、期間：2017年4月～2017年6月

研究課題名：「構造用合板の機能性向上の検討2」、期間：2017年6月～2018年3月

研究課題名：「天竜式乾燥方法の開拓1」、期間：2017年11月～2018年3月

研究課題名：「天竜式乾燥方法の開拓2」、期間：2018年11月～2019年3月

8.法人設立

株式会社里灯都 2017年2月1日

謝辞

本研究を遂行するにあたり、いつも温かく見守りご指導ご鞭撻を頂いた光産業創成大学院大学 光エネルギー分野 藤田和久教授に心から感謝申し上げます。藤田先生には5年間にわたって、研究と論文作成および事業実践の細部に至る部分についてもご指導いただき、自然科学研究についての基礎を私に与えて下さいました。特に、論理的に思考し、説明する必要性を教授頂きました。ここに本論文を無事にまとめることが出来たこと深く感謝申し上げます。これらの経験を活かして、これからも光産業創成に貢献して参ります。

光産業創成大学院大学 先端光産業経営分野 増田靖教授には、学術分野だけでなく、事業開発に関してもご尽力を賜りました。経営学の初歩からご指導を頂きました。特に、経営系の学会発表に際して、多くのご指導を頂きエフェクチュエーション論について多くのご助言とご議論を頂きました。ここに深く感謝いたします。

光産業創成大学院大学 三間圀興特任教授には、公益社団法人日本木材加工技術協会に投稿する論文に際して共同執筆者として、モデル計算における理論構築についてご指導を頂きました。また、研究者としての姿勢についても教授下さり多くのことを学ばせて頂きました。ここに感謝申し上げます。

光産業創成大学院大学 光加工・プロセス分野 坪井昭彦副学長には、筆者が起業した株式会社里灯都の社外取締役役に就任頂き、起業家としての心構えを薫陶頂きました。父性あふれる温かな気持ちでいつも見守って下さり、いつも太陽のように輝くお心遣いに感銘を受けておりました。深く感謝申し上げます。

あいち産業科学技術総合センター 産業技術センター 福田聡史主任研究員には、研究における助言、投稿論文執筆や本論文執筆にあたり木材加工分野において基礎からご助言賜る事ができました。心からお礼申し上げます。

株式会社鈴三材木店 鈴木諭社長、鈴木信吾営業企画部長、加藤優氏には、本研究に至るアイデアならびに試験体についてご提供頂きました。心より感謝申し上げます。

光産業創成大学院大学 光情報・システム分野 石井勝弘教授には、論文審査委員長を務めて頂き、幅広く貴重なご助言を頂くことで、本論文をまとめることができました。心より厚く感謝申し上げます。

光産業創成大学院大学 光加工・プロセス分野 沖原伸一郎准教授には、論文審査委員を務めて頂き、自然科学系の研究にとどまることなく、事業実践についてもご助言頂くことができました。厚く御礼申し上げます。

光産業創成大学院大学 瀧口学長には、光産業創成大学院大学への留学について相談にのって頂き、その後も研究に対する側面だけでなく、事業に対する側面でもご助言を賜りました。深く感謝し厚く御礼申し上げます。

公聴会、予備審査会、全体ゼミナール、中間発表を通じて有益で示唆に富んだご助言ご質問を頂いた光産業創成大学院大学 加藤義章特任教授（前学長）、光医療・健康分野 江田英雄教授、内藤康秀准教授、光バイオ分野 横田浩章准教授、平野美奈子講師、光エネルギー分野 森芳孝准教授、北川米喜特任教授、先端光産業経営分野 姜理恵准教授、宇佐美健一特任教授、光情報・システム分野 花山良平准教授、北山研一特任教授、光加工・プロセス分野 楠本利行助教、沓名宗春特任教授、森清和特任教授に心より感謝いたします。特に、森芳孝先生には、筆者所属の光エネルギー分野で日頃からお世話になり、研究開発と本論文執筆の助けとなりました。

光産業創成大学院大学 金岡優客員教授には、レーザー穿孔について専門的かつ実用的な見地からアドバイスを頂きました。深く感謝いたします。

「ビジネスイノベーターのためのビジネスプロデューサー育成プログラム」(Value incubators production studies:VIPS) の光産業創成大学院大学 小山石行伸客員教授、高谷修司客員教授、溝井伸彰客員教授には、ビジネスについて全く初心者の私に手取り足取り、ご指導下さりビジネスの真に必要な成果であるアウトカムの重要性をご教授下さりありがとうございました。VIPS 一緒に学んだ多くの方々にも深くお礼申し上げます。

光産業創成大学院大学 11 期生 川村哲也氏、蒲原正広氏、木畠宏樹博士、岡田晃行氏、鈴木一広氏、松隈順也氏には、入学から学友として共に切磋琢磨させて頂いたこと心より深く感謝いたします。光エネルギー分野の森下桂嗣博士、西村靖彦博士、松井信二郎博士、松本直哉博士、伊藤正樹氏には、有益な議論を交わすことができました。このほか多くの学友の皆様と切磋琢磨し楽しい時間を過ごすことができました。

大木清造事務局長、石山貴之課長、村田浩二主幹、菅沼聖子氏、原田真里氏、森秋子氏、鈴木朝子氏、伊藤千恵氏、長崎香代子氏、加藤奈穂氏、伊藤邦司顧問、白井宏樹顧問、村木則予地域連携ファシリテーターをはじめ、光産業創成大学院大学事務局の皆様

は、幅広い面でサポート頂き、研究生生活をご支援頂きました。学業に集中できる環境づくりを与えて下さり、ありがとうございました。

留学する機会を与えて下さった、浜松ホトニクス株式会社 晝馬明代表取締役社長、原勉常務取締役中央研究所所長、山下豊研究主幹、豊田晴義研究主幹、廣畑徹研究主幹には大変感謝申し上げます。特に山下豊研究主幹には、直属の上長として研究開発・事業実践に対するご助言を頂きました。深くここに感謝申し上げます。留学に対してご配慮下さった三輪光春顧問、清水啓司グループ長、内田博氏（元主任部員）、酒井利明主任部員、山内秀元部員、袴田健斗氏に感謝申し上げます。派遣元企業では、多くの方々にご尽力を賜ったことで本論文の執筆に繋がりました。ここに感謝申し上げます。

最後に、仕事をしながら博士課程在学の支援をし、事業についてもサポートしてくれた妻 純子、長男 智基、次男 晴基に心から感謝いたします。家庭での温かな励ましが本論文の執筆に繋がりました。ここには書ききれない多くの方々に大変お世話になりました。ありがとうございます。

2020年3月 酒井 浩一

付録 筆者のセルフエスノグラフィー

■登場人物

組織名に関しては、光産業創成大学院大学は実名で、それ以外の組織は大文字のアルファベットで表し、個人名は小文字のアルファベットで登場順に示し以下の通りである。

- ・光産創大 a 教授
- ・光産創大 b 教授
- ・A 大学 c 教授
- ・材木店 B 社 d 氏
- ・材木店 C 社 e 氏
- ・支援機関 D f 支援員
- ・材木店 E 社 g 氏
- ・F 研究所 h 研究員
- ・コンサルティング G 社 光産創大学生 i 氏
- ・H 社 j 氏
- ・光産創大 OB 企業 I 社 k 氏
- ・材木店 J 社 l 氏 m 氏
- ・光産創大 o 教授
- ・光産創大 p 客員教授
- ・大型板金加工業 K 社 q 氏

■ 2015 年 4 月

光技術を用いた木質系材料の研究開発と起業を目的として、光産創大に入学した。

大学関連企業の若手技術者と懇談会を行い、紫外線における実験協力を得られるようになる。

過去に懇意にしていた保険事業者と新たなビジネスプランについて打ち合わせを行う。大学関連企業の営業担当者と打合せを行い、電子線の技術について教授を受ける。さらにデモや実験などについてもできる環境となる。

■ 2015年5月

農業関連の輸出入を行う企業と SNS を通じて知り合い、関連する部分がないかについて打ち合わせを行う。

2015 年 4 月にも打ち合わせを行った保険事業者とベンチャー関連を支援する仕組み作りができないかとの協議を重ねる。

2015 年 5 月に打ち合わせを行った農業関連の企業から造園業の社長を紹介頂く、竹の利活用を行うことを目指されており、木材は親和性が高いと感じた。

筆者は、懇意にしていた A 大学 c 教授が木材の研究を行っていることを知り、研究室に見学に行くアポイントを取った。A 大学 c 教授と面談を行い、木材の研究に関して見学をさせて頂いた。そこで高温で乾燥すると木材が焦げたような状態になり、木材の品質が悪くなるため、低温で乾燥することの重要性が分かった。①

■ 2015 年 6 月

2015 年 4 月にも打ち合わせを行った保険事業者と 3 度目の打ち合わせを行った。新たなビジネスプランについて機械保険などの仕組みを利用し、修理をビジネスにすることを手掛けられないかについて打ち合わせを行った。

b 教授から紹介を受けて、京都にある文化財に詳しい大学教授と打合せを行い、大学内を見学させて頂く。その打ち合わせの席で光産創大に興味を持った社会人入学の学生がインターンとして本学を体験することをお聞きした。

社会人入学の学生がインターンとして見学にくるための事前打ち合わせと光産創大の見学を行った。木材関連で協業することを視野に打ち合わせも行った。

■ 2015 年 7 月

2015 年 4 月にも打ち合わせを行った保険事業者と 4 度目の打ち合わせを光産創大藤田先生と一緒にいった。光を用いた表面改質を課題として光産創大に入学したが、それだけではビジネス展開が薄いと考え、保険を絡めてマネタイズすることを考えていた。

仕事発注サイトに社名の依頼とホームページの作成、独自ドメインの取得を行い起業に向けて具体的な活動を行っている。

2015 年 7 月に筆者は、A 大学 c 教授と再度打ち合わせを行い、低温乾燥という差別化のため、レーザーによって木材の表面状態を変えることで乾燥が促進されることを狙った

共同研究を提案した。自らにとって全くの異分野であった木材分野で、既に研究されている専門家である c 教授に共同研究を申し入れた。金銭の授受が生じない、共同研究契約を結ぶことになった。②

光産創大の講義の一環で、2 名のベンチャーキャピタリストの前でピッチを行った。木材の乾燥に関して、グローバルに展開するべきであるとのコメントを頂き、カナダでの事業展開を視野に入れるようなアドバイスを頂いた。別のキャピタリストからは、光技術を用いて楽器のメンテナンスに使用できないかとのコメントも頂いた。

懇意にしているデザイナーに、起業する会社のロゴと名刺の作成を依頼した。

A 大学 c 教授と今後の実験計画について打ち合わせを行った。その際に音響の部分についても調べる算段がないかを模索してもらうこととなった。

■ 2015 年 8 月

漆をレーザーで剥離できないかと考え、懇意にしている仏具店に連絡し、修復工房の見学を行わせて頂き、困りごとがないかについてヒヤリングを行った。

光産創大教員にレーザーのセッティングを行って頂き、木材の乾燥の目的で実験を行った。木材の仮道管を表面に露出させ表面改質を行うことで、乾燥が促進できるという仮説を立てた③。

光創起イノベーション研究拠点第 1 回特別講演会に参加をした。フラウンフォーファーのポプラウエー教授からレーザー加工応用についての講演会があった。アディティブマニファクチャリング（3D プリント技術）について説明があり、非常に興味を覚えた。

■ 2015 年 9 月

2015 年 4 月にも打ち合わせを行った大学関連企業と 2 回目の打ち合わせを行い、場所の提供や実験についてもご協力を頂けることとなった。

光産創大内のゼミ発表でレーザー実験について顕微鏡下での観察や木材のどの部分に対するレーザー照射かについてなど、ご質問ご意見を頂いた。

光産創大が主催する VIPS キックオフセミナーに参加してきた。VIPS とは Value Incubators Production Studies の頭文字であり、ビジネスプロデューサーを育成する仕組みである。

掛川西高校から高校生に進路の選択として 324 名の高校 1 年生の前でお話をさせて頂い

た。

2015年4月にも打ち合わせを行った大学関連企業と3回目の打ち合わせを行い、若手技術者とハッカソンを行った。

光産創大藤田先生と研究の進捗打ち合わせを行った。

■ 2015年10月

光産創大が主催するVIPSに参加し、ビジネスプランを発表しながらの自己紹介、ラダリング法を用いた自らのビジネスプランの紹介、ラダリング法を用いたグループワークとその発表を行った。

レーザー加工分野において、木材の加工と漆の剥離に関するレーザー処理について技術的な打ち合わせを行った。

2015年4月にも打ち合わせを行った大学関連企業の若手技術者と4回目の打ち合わせを行い、筆者から木材のレーザー加工について、技術報告を行った。技術的な情報交換を行った。紫外線照射によって木材が反ってしまうかもしれないので両側から行ったほうが良い等のアドバイスを頂いた。

光産創大藤田先生と研究の進捗打ち合わせを行った。

b教授や大学関係者と京都の美術大学に見学を行って、見学をさせて頂いた。さらにその懇親会で、光を用いた水損した紙史料のカビ処理について提案を受けた。

光産創大b教授、藤田教授と光技術を用いた伝統文化財における光技術に対する研究については打ち合わせを行った。課題として水損した紙史料のカビ処理、漆のレーザー剥離処理、木材のエイジング化、紙素材の古紙化処理、伝統文化財の光計測・光分析、伝統文化財の光加工についての打ち合わせを行った。

光産創大の先生からご紹介頂き、レーザー機器を扱う専門商社と打合せを行った。レーザーヘッドの価格帯を教えて頂くことができた。

光産創大が主催するVIPSに参加し、バランススコアカード(BSC)、PEST分析、VRIO分析、ファイブフォース(5F)、SWOT分析、顧客経験価値、バリューチェーン(VC)の7種類のフレームワークの説明と使用方法に関して教授頂いた。アウトカム(本質的な価値)の創造に関して概念的な説明があり、アウトカム、競争環境・STP(「セグメンテーション」「ターゲティング」「ポジショニング」)、SWOT、事業規模・名称に関して個人ワークを行い、現状抱えているビジネスプランを上記フレームワークを通じて体言化し、グルー

プワークを通じてブラッシュアップを行った。

2015年6月に打ち合わせを行った美術大の学生を連れて2社の大学関連企業の訪問を行い、インターンシップ（体験入学）の活動をサポートした。既に企業を経営した後に入学された社長の話を聞くのは大変ためになった。

■ 2015年11月

光産創大の全体ゼミで現状のビジネスプランと技術開発に関する発表を行った。

2015年6月に打ち合わせを行った美術大の学生を連れて再度、大学関連企業の訪問を行い、インターンシップ（体験入学）の活動をサポートした。当初はレーザー装置の開発を手掛けようと言われていたが、加工請負をやりながら装置開発を手掛けるように変わると聞き、今後の起業について大変参考になった。

光産創大が主催するVIPSに参加し、キャプション評価法を用いて検討。街中に出ていき、ファインディング（観察の中から、「はっ」と気づくこと）のスキルを訓練を行った。さらに、VIPS内で行うエントリー課題の発表を行った。私が行った発表は最終選考まで残ったが、残った中では最も低い評価だったのでブラッシュアップして行きさらにより良いものにしていきたいと感じた。

2015年6月に打ち合わせを行った美術大の学生を連れて三度、大学関連企業の訪問を行い、インターンシップ（体験入学）の活動をサポートした。工場見学や製品デモなどを拝見した。

光産創大が主催するVIPSに参加し、チームごとに分かれて文化財の修復・再生ビジネスプランを手掛けていくことを話し合った。成果という意味の英語で、研究がもたらす本質的な成果のことを指すアウトカムを明確にし差別化戦略、魅力化戦略、収益化していく必要性について勉強になった。特に我々技術者が起業する場合、技術偏重になりがちであるが、目標をしっかりと示すことで自らがもつ技術だけでなくその周辺のビジネスプランをモデルにも注目する必要がある。

A大学c教授からの紹介で材木店B社d氏を紹介頂き、林業の現状を見学させて頂いた。乾燥工程に関して、丸太のまま乾燥工程を行っていると考えていたが、製材後乾燥を行っていることなど、乾燥が重要であることや天竜の美林に誇りを持たれていることなど多くの知見を得ることができた①。現場に行かないと分からないことなどを教わることもできた。

■ 2015年12月

材木店 B 社 d 氏から東京で行われる研究会にお誘い頂き参加した。

光産創大が主催する VIPS の前回の集まりで、チームごとの参加者の集まりが悪かったので、次の集まりまでに再度集まった。レーザーによる剥離については神社仏閣などで塗られている丹塗り（にぬり）について対応してはどうかとの意見があり、丹塗りには鉄や鉛等人間が吸い込むと危ない成分も含むため、安全で早く作業ができるというのが課題ではないかとの仮説を立て検証することとした。

光産創大が主催する VIPS に参加し、チームごとで事業企画書を作成していった。レーザー剥離ビジネスの横展開（拡張展開）について話し合いを行い、丹塗りや仏像といったものから、船、車、橋梁などについても応用事例として考えた。その応用事例でレーザー以外の技術に関しての競合分析と市場性について分析を行って行くこととなった。

光産創大が主催する VIPS での有志の会に参加し横展開から当初のアウトカムである伝統文化産業や伝統工芸産業を活性化させるという視点に立ち事業を検討することとした。

常滑市で行われた洪水被害にあった際のカビ対策で困っている実際の現場を見学させて頂き、研究会に参加させて頂いた。凍結乾燥（フリーズドライ）などの技術に頼る部分も一部あるが、ほとんどの部分が手作業でボランティアの手でお紺割れていることが良くわかった。

A 大学 c 教授の研究室に所属している学生から乾燥に関する研究についての報告があった。当方も 8 月に行った実験に関して、打合せを行い、表面形状をコントロールできる可能性が見いだされたことを報告した。④

光産創大が主催する VIPS に参加し、チームごとで事業企画書を作成していった。高価買取と無料（格安）鑑定を基軸に価値を下げないビジネスモデルを構築する。売る側（家に眠っている（蔵）、遺品改修、立て替え、掃除、廃品回収）、買う側（インテリアに凝っている人（物を大切にする人）、シンプルライフ、節目（成人・還暦）、家族の増減（一人暮らし、家族が独立）、飲食店（料亭）、海外（特にヨーロッパ）、レンタル（買う側の違った形。まとまったものをレンタルするビジネス。親戚の集まり、飲食店（料亭））といったターゲットに注力することが話しあわれた。

■ 2016年1月

光産創大の博士研究中間報告を行った。研究目的、学術研究の成果、起業実践の成果、

今後の計画について報告を行った。

光産創大が主催する VIPS での有志の会に参加し、事業企画書を策定した。市場背景、販売方法、市場の魅力とビジョン、市場動向、競合シェアについて記載した。新製品事業概要、製品ポジショニング、販売方法と価値設定、セールスプロモーション、メインターゲットとサブターゲット、顧客のボリューム資産と市場規模について企画書に落とし込んだ。

光産創大が主催する VIPS に参加し、プレゼン内容に即した内容を話し合った。i) ビジョン・アウトカムをもとに伝統工芸事業の衰退を食い止め押し上げる事業を考える。ii) 伝統工芸品とは？。iii) どのような好循環を描きたいのか。iv)v) 従来例と改善案。vi) 事業戦略上の成功要因とビジネス展開。といった流れで発表を行うことを確認した。

SNS を利用して、VIPS での事業プランのヒヤリング先に訪問を行った。仮説検証を行う上で、ヒヤリングの重要性を感じることができた。また、ヒヤリング自体を行うことを比較的行為的に受け入れられることも分かった。

■ 2016 年 2 月

2015 年 10 月京都の美術大学に見学を行って、見学をさせて頂いた。さらにその懇親会で相談を受けた大学名誉教授と打合せを京都で行った。カビの酷いものは凍結乾燥法（フリーズドライ）を行っているがカビを根治で来ているわけではなく、匂いを何とかしたいという要望が存在することが分かった。特に自治体の公文書をターゲットとする旨など具体的な実験計画などについて打合せを行った。

木材の性質を変えることで音質まで変わらないかを検討する際に、楽器よりスピーカーなどの単純なものの方が良いかと考え地元企業がスピーカーの試聴会を行うということで情報収集を行った。

静岡市に本社を構える海洋関連事業を手掛けている企業の社長と懇意にさせて頂いており、光産創大藤田教授と訪問をした。水中外の錆取りはサンドブラストによって行われており、船のドッグなどで作業と洋上での作業が行われていることなどをお聞かせいただいた。

光産創大が主催する VIPS の最終発表会が執り行われて、漆器等の伝統技術工芸品市場の活性化について報告を行った。

起業実践活動に関して光産創大藤田教授と打ち合わせを行い、4 つの課題について打ち

合わせを行った。

2015年12月に行った乾燥の木材との比較の実験を行った内容に関して、A大学c教授の研究室に所属している学生から研究に関しての報告があった。低温乾燥での乾燥を行っていたが、割れが発生する結果となった。現状出ているトラブルの対応に関して筆者から報告を行った。今後の実験方針についても確認した。

■ 2016年3月

VIPS で発表を行った漆器等の伝統技術工芸品市場の活性化に関して事業化を行うため、インバンド事業を手掛ける社長と打ち合わせを行った。インバンド需要が見込めるのですぐにでも着手すべきとの見解を得ることができた。

再度、恒温恒湿槽の実験を行い、湿度が安定しない問題が発生した。メーカーにと合わせを行ったところ、湿度計のウィッグと呼ばれる消耗品の劣化が疑われ交換を行った。さらに、説明書を確認したところ、湿度設定が制御範囲外で使用していることが判明し適正な範囲内で実験を行ったところ湿度が安定した。

光産創大藤田教授と木材乾燥における研究に関して打合せを行った。木材乾燥における書籍で良いものが見つかったことに関して報告を行った。また光産創大口先生と実験を行うことを報告した。

光産創大 a 教授と事業進捗に関して打合せを行った。木材の割れが生じる原因で、引張応力の発生が鍵であることを報告した。乾燥にムラができることで、ひずみを生じ引張応力が発生するという仮説を立てた。光産創大 a 教授と実験計画に関する打合せを行った。乾燥を論理的に論じるために、乾燥速度係数 k を求めこととなった。

レーザー乾燥促進の実験計画を立てる。建築分野をターゲットにして事業と研究を行うことを念頭に研究計画を作成した。光産創大 a 教授に対して、市場調査サービスや論文検索を利用し、乾燥の促進事業化がどの程度需要があるかなどに関して論文調査を行ったことを報告した。

レーザーの研究を行いつつ、起業に関する内容について博士論文に記載する必要があると考えていたため1年経ったのでそろそろ起業をと考え、起業準備を行っていた。起業をするためには、事業化についても考えないといけないため、どのようなレーザー装置（価格・装置構成）を作製すれば良いのか、どのようなビジネスモデルが最適かと考え、自らの人脈や紹介などを使ってヒヤリングを熱心に行っていた。⑤

法人を登記する際に、浜松市の支援機関に一定程度相談を行うと、諸経費が半額免除になるサービスがあることを光産創大の同級生から聞いた。起業に関する知識が乏しいと感じていたので、割引が発生するという理由でその支援機関に起業の相談を行った。⑥

相談の結果、浜松市の新産業補助金を取得し上記のレーザーによる乾燥促進の装置開発を行うことを勧められる。⑦

■ 2016年4月

浜松市の支援機関にて補助金に関してどのようにすれば取れるかなど、詳細な情報を伺った。創業計画書（経営計画書）を記載し、融資を受けるといったことも念頭に入れたほうが良いことも分かった。光産創大 a 教授と木材乾燥における補助金申請の打合せを行った。

筆者親戚から C 材木店 e 氏をご紹介頂き、人工乾燥炉を見学させて頂いた。補助金で導入し 5000 万円程度掛ったが、現在は差別化を行うために乾燥装置は使用していないことが分かった。

浜松市の支援機関 D の f 支援員から補助金の詳細な書き方に関して教えて頂いた。特に、市場ニーズ、販売方法、期待される効果について詳細にご教授頂いた。⑧

光産創大 a 教授とレーザー乾燥促進の実験計画の詳細を詰める。レーザーの条件などに対して検討を行った。

浜松市担当課に公文書に関してガンマ線を用いたカビの除去に関して公文書の管理を行っている文書行政課を訪問しご意見を伺った。保管方法にもレベルがあり、1年、2年、5年、10年、永年のレベリングと重要度によるレベリングがあることが分かった。また、平成 20 年度から電子化が進んでいる。

過去に親交のあった材木店 E 社の g 氏からレーザー乾燥装置に関してヒヤリングを行う。500 万円程度の装置であれば、補助金等を利用して購入することは可能ではないかのご意見を頂いた。

浜松市の支援機関 D の f 支援員から木材乾燥に強い企業をご紹介頂き、ペレット木材を利用したペレット式ボイラーの利活用についてご教授頂いた。その企業から林業振興に詳しいとのことで、浜松市職員をご紹介頂いた。

VIPS の有志ゼミに参加し現状報告を行った。

木材の乾燥促進事業にて使用するレーザーを選定するために、大学関連企業にて価格が

安い半導体レーザーでの実験を行ったが、木材は近赤外での吸収が小さく、加工できるレーザーパワーの閾値が上がってしまうことが分かった。マジック等で黒くできれば加工できることも併せて確かめた。

光産創大 a 教授に今月の起業実践活動について報告しアドバイスを頂いた。

■ 2016年5月

浜松市の支援機関 D の f 支援員から補助金の詳細な書き方を教えてもらった。特に、市場ニーズ、販売方法、期待される効果について詳細にご教授頂いた。⑧

2016年4月に打ち合わせを行った浜松市担当課から文化財を管理する担当課をご紹介頂き、放射線による文化財のカビ除去に関して報告をした。興味を持って下さり、静岡県の担当課や県外の組織などについてもヒヤリングを行うことなどについて教授された。

浜松市職員から県の木材研究所をご紹介頂き、乾燥に関わる基本的な部分についてご教授頂き全く乾燥に関して知識が足りていないことが分かった。浜松市としても林業振興に関わる部分で協力できる部分があることも分かった。

光産創大 a 教授と木材乾燥における市場調査や資料作成に関して打合せを行った。⑨

光産創大 a 教授と木材乾燥における現状の課題、乾燥工程における問題点など具体的な資料作成に関して打合せを行った。農水省の木材統計を発表の際の光産創大の学内発表のイントロダクションとして使用することが有益ではないかとの意見があった。⑩

■ 2016年6月

浜松市の支援機関 D の f 支援員に起業の相談を行った。実際に装置の開発を行った場合にその装置の評価を行う場所や企業の選定を行う必要がある点などの指摘があった⑪。

光産創大 a 教授と木材の乾燥実験についての定期打ち合わせを行った。⑫

放射線照射にてカビ除去についての研究会を立ち上げに参加した。東日本大震災のカビ被害についての報告、古文書の水損被害についての報告があり、質疑応答の後、今後の展開についても話し合いを行った。

共同研究先である A 大学 c 教授と木材乾燥における共同研究に関する打合せを行う。研究に対するアプローチの方法について詳細な協議を行った。

経営分野のゼミに参加し、起業を行う際に、出会いが大切なファクターである事例を紹介し論文化（理論化）したいと発表した。キャリアラーニングの分野でジョン・D・ク

ランボルツが提唱した計画的偶発性理論（Planned Happenstance Theory）やシンクロニシティ（synchronicity：意味のある偶然の一致）などを先行研究として調べてみることを提案頂いた。

材木店 E 社 g 氏からご紹介頂き、木材乾燥を手掛ける企業を紹介された。レーザー乾燥促進装置が、現場で受け入れられるか、現場ニーズについてヒヤリングを行った。開発パートナーになってくれればと期待していたが、あまり良い反応は得られなかった⑬。

光産創大の b 教授から木材の紫外線レーザー加工を学術的に行っている F 研究所の h 研究員をご紹介頂く。光産創大 b 教授と a 教授にご同行頂き同施設を訪問し、レーザー加工に関して教えられた。

■ 2016 年 7 月

浜松市の支援機関 D の f 支援員に個人事業主で創業するべきか、株式会社で操業するべきかについて相談した。青色申告や電子申告について聞いた。⑭

光産創大 a 教授と木材乾燥における現状の研究課題と事業課題についてのディスカッションを行った。レーザーで行う実験のため安全性などに関しての対策を受けた。

光産創大が主催するフotonリングで独立系のベンチャーキャピタリストのお話を伺う機会があった。

大学関連企業の若手技術者と懇談会を行い、レーザー応用について情報交換を行った。レーザー加工機を作る場合、依頼できる先などについてご教授頂いた。

光産創大 a 教授と実験について打ち合わせを行い、レーザー加工を用いた乾燥促進に関して実験上の注意点並びに技術的に重要な点等についてご教授頂いた。

■ 2016 年 8 月

大企業と終章企業とのマッチングを行う事業会社の勉強会に参加した。

浜松市の支援機関 D の f 支援員から金融機関との関連が薄いと指摘されたことを気にしていた筆者は、たまたま、光産創大で配られたチラシを見て、地元信用金庫が主催する創業スクールを受講した。⑮

光産創大 a 教授と木材乾燥における現状の研究課題と事業課題についてのディスカッションを行った。実験のまとめ方を御教授頂いた。

光産創大 a 教授と実験に関する技術的な内容について打ち合わせを行った。

光技術で木質系材料を高付加価値化するため、屋号を山「里」に「光」を「灯」して「都」にするという意味を込めて里灯都とし、個人事業主として創業した。妻（税理士）の勧めもあり、当初は売上が出ない場合に税金を納めなくてよい個人事業主を選択した。

⑩

浜松市の創業支援機関が主催するベンチャー企業ミーティングで発表することが決まり、資料に関しての打合せについて打合せを行った。アドバイスとして、経歴等が長いので、もっと事業について詳細な説明を行うように指摘があった。

光産創大 a 教授と木材乾燥における現状の研究課題と事業課題についてのディスカッションを行った。実験のまとめ方・学内発表資料に関してについてコメントを受けた。

光産創大が主催する中核人材育成講座のイベントに参加し、レーザー加工の応用分野に関する講義を受講した。レーザーのビームパターンを検出する方法など実学に即した内容を受講することができた。

A 大学 c 教授との共同研究打合せを行った。光産創大 a 教授にも同席を頂いた。研究の手法や学術的な側面の方法論について議論を行った。

■ 2016 年 9 月

紫外線レーザーで木材加工の研究を行っている F 研究所の h 研究員が、光産創大が主催するレーザーによるものづくり中核人材育成講座に参加することを知り、関係性を強化する目的もあり、筆者也参加した。講座後、懇親会が行われた。レーザーの木材加工を専門とする F 研究所の h 研究員と懇親会でご一緒し、静岡県は F 研究所が存在する県より林業に関する研究が盛んであることが分かった。⑪

地元信用金庫が主催する創業スクールの 1 日目を受講した。創業の思いを日常にするためにと題して今後の心構えを聞いた。加えて、浜松市の先輩起業家の体験を伺った。

過去に親交のあった住環境メーカーに木材のニーズに関して、ヒヤリングを行った。

浜松市の支援機関から起業家交流会にて発表の機会を頂いた。初めて事業のプランを発表させて頂いた。

浜松市の支援機関が主催するベンチャー企業ミーティングで初めて、地元紙に顔写真が掲載された。一緒に顔写真が掲載された起業家も光産創大学生であった。

地元信用金庫が主催する創業スクールの2日目を受講した。デザイン思考について教授頂いた。プロトタイピングの重要性や潜在的なニーズの重要性について認識することができた。

県の森林研究所の研究者から乾燥の基礎的な部分や研究のトレンドについてお伺いした。

光産創大 a 教授と木材の乾燥に関する研究の打合せを行った。森林研究所研究員に乾燥の課題に関してヒヤリングすることができたので、実験内容を見直した。

光産創大 a 教授と木材の乾燥に関する研究の打合せを行った。a 教授と一緒に木材の実験計画を立てた。

懇意にしているインバウンド事業に強い事業会社に、光産創大の同級生を紹介した。

信用金庫が主催する創業スクールの3日目を受講した。創業のビジョンとビジネスモデルと題してご講演頂いた。経営理念とは、ビジョン（実現したい姿）とバリュー（基本的価値観）とミッション（社会的使命）のことであり、創業の事業が固まっていない状況から、しっかりとした事業の形と軸を作っていくことを教えられた。

光産創大 a 教授から10月に学内での発表を行うための資料に関して発表のリハーサルを行い、コメントを頂いた。

レーザーによるものづくり中核人材育成講座 3日目・4日目に参加した。炭酸ガスレーザーを中心とした加工レーザーの歴史、基礎、切断、穴あけ、レーザー加工後の計測、レーザー加工中の計測を行う方法をレクチャーされた。

■ 2016年10月

浜松市の創業者支援機関にて支援機関 D の f 支援員に相談を行った。ビジネスモデルとして、最初は装置を売ることなくサービスのみを提供し、サービスが軌道に乗ってきたら、その後装置を売るモデルに転換する方法を教授された。加えて、補助金申請の方法について教授された。

光産創大の全体ゼミで発表を行った。過去の事業プランと現在の事業プラン並びに現状行っている木材の乾燥促進について技術面の発表を行った。

レーザーによるものづくり中核人材育成講座 5日目に参加した。レーザー溶接の基礎、各種金属のレーザー溶接、加熱・溶融プロセス（溶接・焼入れ等）に関する講義があり、レーザーがどうして加工に適しているのかについて説明があった。

レーザーによるものづくり中核人材育成講座 6 日目に参加した。レーザーを実際に現場で使用されている企業の見学を行い、レーザー溶接、レーザー焼き入れ、レーザー樹脂溶着に関してテスト環境下ではあるものの実際の現場での状況を見学することができた。

信用金庫が主催する創業スクールの 5 日目を受講した。税務、登記、個人事業主の県と市に届け出、法務、コンプライアンス、著作権について教えられた。

地元のボランティア団体などで進行がある静岡県会議員に、静岡県の担当部局をご紹介頂き、現在取り組んでいる事業内容についてご説明させて頂いた。県職員から林業に関する資料等を頂くことができた。

事業プランを作る一環で信用金庫が主催するビジネスプラン・コンテストに応募した。

信用金庫が主催する創業スクールの 6 日目を受講した。創業計画シートの書き方をレクチャー頂きながら現状のビジネスプランの問題点なども含めてグループで話し合った。信用金庫職員から、補助金についてのポイントの指南を頂いた。

県の森林研究所の研究者からレーザーにおける乾燥促進についてご意見を伺った。

■ 2016 年 11 月

水損和紙資料(古文書)に発生したカビの γ 線照射による殺菌:第 2 回会議に参加した。和紙史料に対して γ 線を照射した実験結果などが報告された。

レーザーによるものづくり中核人材育成講座 7 日目に参加した。微細加工分野、レーザー穿孔、医療分野におけるレーザー応用に関する講義があった。

信用金庫が主催する創業スクールの 7 日目を受講した。創業理由、ビジネスプラン、資金調達、売り上げ計画に関して 7 分程度で発表する内容をまとめ上げる方法に関してレクチャーがあった。

公益財団法人静岡県産業振興財団が募集する平成 29 年度地域活性化事業助成金産学官連携研究開発助成事業の事前相談を行った。年間 1,000 万円の補助が自己負担なしに満額受けられる他県でも例が少ない補助金である。

本学学生であるコンサルティング G 社の i 氏の計らいで、木材専門のコンサルティング会社をご紹介頂いた。その席上で、「新たに乾燥を行う目的のみのためにレーザー装置を導入するとは考えにくい、コストで勝負するのではなく、付加価値をつけることを考えるべきではないか。」と指摘された。以前に⑬で木材乾燥の専門企業にヒヤリングに行っ

た際に良い反応が得られていなかったもので、やはり難しいのではと考えるようになった。

⑱

信用金庫が主催する創業スクールの8日目を受講した。受講生がワークショップ形式で課題に基づいて報告をし、コメントを受ける形式でビジネスプランのブラッシュアップを行った。創業スクールの全国大会の出場者を決めるための発表会があり、木材に関する研究とビジネス展開に関して発表し、受講者が評価する形式で1番の評価をうけた。後日に創業スクールの全国大会の予選に推薦頂いた。

■ 2016年12月

信用金庫が主催する創業スクールの同じく受講生だったH社j氏と情報交換を行った。チ氏は建築士の資格を持ち設計を生業としているが、もともとは木材の商材を扱う企業に属し、現在は独立されている。木材に関わる商品を作ることができる身近な人材として情報交換を行った。

レーザーによるものづくり中核人材育成講座9日目（最終日）に参加した。ケーススタディーと題して、レーザー応用製品の作成を5つのグループに分かれて車座で議論し最後に発表を行った。当グループには女性のオブザーバーがおられたので、アディティブマニファチャチャリング（3Dプリンタ）によるネイル自動化の装置を発表した。

光産創大のb教授からの紹介で、木材のレーザー加工特性に関する研究を過去に行われている大学教員に、木材のレーザー加工に関して技術的な研究に関して伺い今後の参考にした。特に、客先ニーズの探究であって技術の習得のレベルにまで達していない等の本質的なコメントも頂き大変参考になった。

光産創大のb教授からの紹介で、レーザーの可視化を行われている研究室に見学に行かせて頂いた。木材のレーザー加工の可視化について行えないかなど考えを張り巡らせた。

創業スクールの全国大会の予選用の資料作成のために、信用金庫職員にビジネスプランのブラッシュアップをして頂き、資料についてご教授を頂いた。

レーザー関連企業で、どこかとパートナーシップを組む必要があると考え、光産創大OB企業のI社リ氏とレーザー加工に関する打合せを行った。木材のレーザー加工について具体的に装置と方法を示して頂くことができた。⑲

懇意にしていた食品会社の社長から材木店J社l氏とm氏をご紹介頂き、木材乾燥に関してヒヤリングを行った。その際に、木材に関するレーザー応用として構造用合板への

穿孔加工についても教えて頂いた。元々の目的はビジネスプラン・コンテストのヒヤリングであったが、先方からの新たな提案に対して、元々補助金取得を視野に入れていたこともあり、補助金を材木店 J 社で取得し、パートナーシップを築くことをこちらから提案させて頂いた。⑳

信用金庫が主催するビジネスプラン・コンテストの入賞扱いとなる最終審査会に進出が決定する。

光産創大の b 教授の発案で、県の財団法人を通じてセミナーを行う話があり、弊社として取組めないかとの打診がありレーザーセミナー事業として検討することとなった。

F 研究所の h 研究員にビジネスプラン・コンテストのため、レーザーによる乾燥促進についてヒヤリングを行った。木材の穿孔加工はコストがかなりシビアなことを教えられた。技術開発まではできているがコストメリットが出ず、海外の木材が乱開発される原因になっていることも併せて教えられた。㉑の木材専門のコンサルタントからの意見では光技術では付加価値が高いところを狙っていくべきとの意見があったため、技術の専門家としての意見を確認した。やはり同様の意見で木材に対する光技術は付加価値が重要との認識が深まった。㉒

知的財産関連で訴えられた場合、個人事業主だと責任が無制限となるため法人化を検討しており、かねてから親交のある司法書士に法人化の相談を行う。

信用金庫が主催するビジネスプラン・コンテストの入賞扱いとなる最終審査会に進出が決定したため、信用金庫職員にビジネスプランのブラッシュアップをして頂いた。資料についてご教授を頂いた。

水損和紙資料(古文書)に発生したカビの γ 線照射による殺菌:第 3 回会議に参加した。研究所内の見学と今後の実験、活動について話し合われた。

■ 2017 年 1 月

ビジネスプラン・コンテスト向けの有志練習会が行われ、プレゼンテーションのコツについて聞いた。

信用金庫主催のビジネスプラン・コンテスト向けの説明会が行われ賞金に加えて、支店の大型モニターに掲載、中小企業診断士、FP1 級資格者等の有志資格者によるアフターフォロー、専門家派遣制度の実施などの支援策の説明があった。

光産創大の o 教授の勧めで、組織ディスコース研究部会にて、計画的偶発性理論を起業実践に拡張することでより角度の高い起業実践につなげるという仮説をもって発表を行った。まだまだ、研究というレベルには達していない筆者の研究に対して真摯に多くの先生方からコメントを頂いた。

光産創大の公開講座に参加し、契約等の最低限の知識を再度確認することを目的に法律講座を受講した。議事録に残すこと、メールを送ることなど実務的な対策を多岐にわたってご教授頂いた。

信用金庫職員にビジネスプランのブラッシュアップをして頂いた。特に、発表資料について想定顧客が見えにくいというご意見を頂いた。

■ 2017 年 2 月

秘密保持契約等の企業間での契約締結の際に個人として責任が及ぶ範疇を明確化する目的で法人化を行った。社名は、ドイツ語で「光」を意味する Lichit をモチーフとした社名である株式会社里灯都（かぶしきがいしゃりひと）とした。

光産創大 a 教授と事業進捗に関する打ち合わせを行った。薬剤含浸技術に関する調査が欲しいとのコメントを頂いた。レーザーセミナー事業を行うための炭酸ガスレーザーが納品されたので組み立てを行うこととなった。

光産創大 OB 企業の I 社り氏とレーザー加工に関する打合せを行った。今後実験を行っていくための秘密保持契約の締結と今後、実験を行う上で必要な事項についてご意見を伺った。

光産創大の b 教授とレーザーセミナー事業について打ち合わせを行った。当初はセミナー内で、組み立て講座を行おうという案もあったが、レーザー本体が 40kg 以上あることが分かり、組み立てることは困難と判断された。アライメント調整やレーザーの安全教育に絞った内容にするということになった。

公的機関の経営コーディネータ打ち合わせを行い専門家派遣についてご教授頂いた。レーザーセミナー事業に向けたアフターフォローサービスの検討を行った。専門家派遣制度を教えて頂き、セミナーを行った後に、専門家派遣として事業を行う制度設計はどうかと考えた。

ビジネスプラン・コンテスト向けの第 2 回の有志練習会が行われた。実際のプレゼンテーションを行い、話し方や言葉の取捨選択など細かな部分まで御教授頂いた。

創業スクール OB でコンサルティングを行う社長に信用金庫が主催するビジネスプラン・コンテスト向けのプレゼンテーション資料についてコメントを頂いた。

創業スクール OB で、兼ねてから親交のあった個人事業主から紹介頂き、地元天竜材を新たなブランディングで手掛ける企業の取締役とうちあわせを行った。木材を新たな切り口で展開されていることに感銘した。技術だけではない、新たな着想ということも必要だと感じた。

人脈作りと各種情報の取得のため商工団体への入会を考え、共催や光専門部会などの説明を受けたがその場での入会には至らなかった。

信用金庫が主催するビジネスプランコンテストのヒヤリングと事業展開としてとして、天竜材の新たな普及を狙った新たな手法を手掛ける株式会社と打合せを行った。情報収集と当社ビジネスプランが妥当性の確認を行った。

信用金庫が主催するビジネスプランコンテストのヒヤリングと事業展開として F 研究所の h 研究員に、木材に薬剤を注入する含浸処理に関する技術的な面について防腐処理より難燃処理を行ったほうが良い点を教授頂いた。また、ISO や国の基準等の法令について併せて教授頂いた。

レーザーセミナー事業に関して、県財団法人担当者と光産創大 b 教授と a 教授も交えてセミナー内容に関して、打ち合わせを行った。

光産創大藤田先生と起業実践の打合せを行い、ヒヤリングの結果、防腐処理より難燃処理を行ったほうが良い点などをお伝えし、レーザー加工に関するアドバイスを聞いた。

信用金庫創業スクールのメイン講師が主催するビジネスプラン・コンテスト向けのプレゼンテーション資料についてコメントを頂いた。

材木店 J 社 m 氏から構造用合板の穿孔加工に関してのヒヤリングを行い、浜松市の補助事業で行う旨の打合せを行った。雨は入らないが、湿気は通すということから、極小の穴ということで、紫外線レーザーで実験を計画した。②

信用金庫主催のビジネスプラン・コンテストにて本審査の発表を行った。

材木店 J 社 m 氏から、森林組合をご紹介頂いた。森林組合では木材の防腐剤として一般的で着色がある ACQ(Alkaline Copper Quaternary : 銅・アルキルアンモニウム化合物)と無色透明のコシテックが含浸可能であることがわかった。レーザー微穴加工を用いて含浸に関してアプローチを行う際に、実際現場での使用時の注意点や価格も含めヒヤリングを行った。

通常は広葉樹で作る家具を針葉樹で作る企業を訪問させて頂き打ち合わせを行った。木材のそりが問題となっているので、木材の繊維をレーザーで切ることはできるかなどのヒヤリングを行った。

■ 2017年3月

材木店 J 社 l 氏と m 氏と今後の実験計画と木材分野に関して情報交換を行った。

信用金庫主催のビジネスプラン・コンテストの最優秀賞・優秀賞の発表が行われ、優秀賞を受賞した。同じ創業スクールに通う同期の受講生が最優秀賞を受賞され、優秀賞を取得したうれしさの半面、最優秀賞を逃した悔しい思いもした。⑳

光産創大が主催する Thienpont 先生の講演会を受講した。Thienpont 先生が責任者をつとめる EU のプロジェクト“ACTPHAST (Access CenTer for PHotonics innovAtion Solutions and Technology support)”に関するセミナーで、欧州の中小企業に光技術による技術革新ソリューションと技術サポートを行っており、各研究機関から出てきた技術をいかにして実業につなげて行く仕組み作りの大切さについて学んだ。非光産業 (non-Photonics) を Photonics (光産業) を通じて支援する仕組みという意味では、株式会社里灯都が行う林業を光技術を用いて支援するという考えと同じであると共感した。

創業部門の優秀賞を受賞したことで、以前から懇意にさせて頂いている商工会の会長からお声がけ頂き、何か困っていることや支援できることはないかとのお話を頂いた。㉑-①

創業部門の優秀賞を受賞したことで、信用金庫の支店担当者から連絡を頂き、支店長からも応援するとのコメントを頂いた。㉑-②

浜松市の外部委員会でご一緒した商工会議所の職員とイベントで一緒になり、ご訪問頂き、当方のビジネスプランについてコメントを頂いた。経営革新や相談事があればいつでも相談に載って頂けるとお伺いできた。㉑-③

■ 2017年4月

材木店 J 社 m 氏と関係社員の方々から構造用合板の住宅における役割や課題についてご教授頂いた。

信用金庫創業スクールのメイン講師が主催するビジネス研修会に参加した。研修会では、ビジネスのイメージの訴求ができているのか、当初の発表資料ではビジネスのイメージが伝えきれていない部分が、分かりやすく表現する方法に関して話がされた。

信用金庫職員からレーザー関連で面白い人がいると言われて打ち合わせを行った。レーザー加工機の輸入代行を中国から導入することも担っておられる個人事業主で中国製のレーザー加工機は出力等が安定しないなどの問題点があったが、問題点が解決した企業とコラボレーションされているということをお聞きした。⑳

新聞社から取材依頼があり、初の個人取材を受けた。

ビジネスプラン・コンテストで優秀賞を受賞した副賞として信用金庫主催の経営塾に参加が1年間許されている。その経営塾にて企業家を迎えての勉強会があり参加した。

信用金庫職員の紹介で2017年4月に話をきいたレーザー加工機の輸入代行を行う個人事業主と再度、レーザーの価格やどのような問題点が生じる可能性があるかについて打ち合わせを行った。輸入代行のほかにファブリケーションラボも経営されているので、今後の関係性を築くためにファブリケーションラボの半年間の使用权を18,000円で契約した。㉑

材木店J社m氏と今後の実験計画と木材分野に関して情報交換を行った。穴が小さく、施工時に雨水が浸入しないというメリットから、紫外線レーザーを用いる実験を行うことになった。㉒

光産創大の特別講義で農業と技術の融合の話をお聞かせいただいた。林業と技術の融合について行う株式会社里灯都の未来についても自信を持つことができた。公演中で「欲張らない・感謝する・頼るとお話があり、文字通り欲張らないと感謝するはそのままであるが、意外と大切なのが頼るで、頼ることで自分の時間を確保していく。」というお考えに非常に共感した。

F研究所のh研究員に協力を得て、構造用合板に対して紫外線レーザーを照射する実験を行った。厚い構造用合板では貫通せず、15mm程度のものが限界であることが判明した。加えて、h研究員と今後の実験日程、どのような実験を行うかに関して打合せを行った。㉓

■ 2017年5月

信用金庫職員に経済産業省主催のプログラム始動Next Innovator 2017(以下 始動2017)に参加するべきかに関して相談にのって頂いた。「東京でのアクセラレータプログラムは通常会えない人に会うことができる。機会が増えるから良いのではないか。」とのコメントをもたらした。筆者は、東京に行くためには多くの時間を費やすことが想像できるので博

士を取得しないといけないことを考えると厳しいかと感じた。

光産創大 a 教授にも同行頂き、材木店 J 社 m 氏と打合せを行った。F 研究所の h 研究員の協力を得て行った紫外線レーザーによる構造用合板の穿孔実験を行った結果を報告した。紫外線レーザーによる構造用合板の穿孔事業における浜松市の補助金取得に向けた今後の展開と木材分野に関して情報交換を行った。⑳

経済産業省主催の始動 Next Innovator 2017 (以下 始動 2017) に、参加経験がある地元ベンチャー企業社長に始動 2017 に参加するべきかに関して相談をした。ベンチャー企業社長から「カプセルホテルに泊まりながら始動でビジネスについて勉強し、経産省やプログラム運営事務局重ねて、同じベンチャー仲間やチャレンジする大企業とのつながりが 1 番大きかった。半年間で 50 万円程度の投資となったが、企業の投資という意味では小さいだから、チャレンジするというレベルではなく、やらないという選択はないだろう。」という言葉を受け背中を押された。この意見で始動 2017 に応募しようと決めた。信用金庫職員から紹介された L 社 W 氏に実験機材の作成依頼を行った。製法が違うため、他社に比べて 10 分の 1 の価格で済むことが可能となった。

事業プレゼンテーションを東京のベンチャーキャピタルが主催する会で発表させて頂いた。多くの投資家や事業関係者が集まる会に参加する必要があることを感じた。

F 研究所の h 研究員の協力で紫外線レーザーとドリルによる構造用合板の穿孔を行った。紫外線のレーザーはまだ開発途上の部分も多く、照射パワーも弱いため、加工に 1 時間以上かかることが分かった。実験では小さいサンプルを用いるため 1 時間で済むが、実際の大きな構造用合板だと 1 枚を仕上げるのに 1 日以上かかることが判明し、当初予定はしていなかったが、筆者は装置価格が安い炭酸ガスレーザーを検討したほうが良いと感じた。㉑

始動 2017 の応募に関して、信用金庫が主催するビジネスプラン・コンテストでも相談に載って頂いた創業スクール OB でコンサルティングを行う社長に 1 回目の相談を行った。

材木店 J 社 m 氏と今後の実験計画と木材分野に関して情報交換を行った。

創業スクール OB でコンサルティングを行う社長に始動 2017 の提出書類であるビジネスプランに関して、2 度目の有料相談を行った。具体的なアイデアが固まり、今後プランを詰めていくことになった。

■ 2017年6月

2017年4月に新聞社に掲載されたことで、材木店から筆者の知り合いを通じて facebook 経由で、問い合わせがあり、打合せに行った。四方にスリットを入れて中温乾燥を行う手法に関して伺った。加えて、紫外線で木材をエイジング処理できないかなどの相談も頂いた。既に国産材でブランディングに成功している部分があるので古材を人工的に作るというニーズはあるということ伺った。

創業スクール OB でコンサルティングを行う社長に提出書類であるビジネスプランに関して、3 度目の有料相談を行った。プラン名称やどのような資料にしていくのかが決まった。

信用金庫が主催するビジネスプラン・コンテストが主催するビジネスプラン・コンテストの副賞である展示会への出店が 2016 年 7 月となるため、その説明会が行われた。シリコンバレーで活躍する研究者の講演を伺うことができた。

光産創大も参加する文科省のキックオフミーティング「時空を超えて女神の前髪をつかむ”キックオフシンポジウム」が開催され参加した。

今年度起業した企業向けに税務署の相談会があり参加した。税制で陥りやすいミスなどに関して丁寧に分かりやすくご教授頂いた。

光産創大 a 教授と光産創大内の全体ゼミナール¹の準備のための打合せを行った。資料 1 枚 1 枚にコメントを頂き、修正を行った。

材木店 J 社 m 氏に紫外線のレーザーはまだ開発途上の部分も多く、照射パワーも弱い点をお伝えし、炭酸ガスレーザーで行うことを提案し了解された。コストの面は既にライバル商品があるために、その価格より低くする必要があることを聞いた。

市の補助事業で 1 次審査合格の知らせがあった。③

経済産業省が主催する始動 2017 の審査に合格したの知らせとキックオフミーティングの案内の知らせがあった。

■ 2017年7月

市の補助金の 2 次審査会が行われ構造用合板の透湿性改善に関して材木店 J 社 l 氏と m 氏が発表を行い、筆者は審査委員からでる質疑に対して応答を行った。

¹ 月に 1 回程度開催され、年に 1 度程度発表し、研究開発と実践活動の進捗を適宜行い、全教員と学生で議論を行う会。

F 研究所の h 研究員の協力でドリル穿孔の打合せを行った。レーザー加工機に関しても紫外線ではなく炭酸ガスレーザーについて教えて頂いた②。

材木店 J 社 m 氏に紫外線のレーザーにおける構造用合板の透湿試験結果の納品を終えた。強度試験についても小試験で問題ないことも併せて報告をしたが、実際には大きな構造用合板で実験する必要性を伝えた。筆者は、コスト削減のための量産化時に、ドリルであればレーザーに比べては穴径を制御することが容易であることと、レーザーでは装置が高くなってしまふことが懸念されることから、レーザーではなくドリルを提案したところ、材木店 J 社 m 氏から「今後発展していく光技術の動向とレーザーだから補助金申請が通ったことを考えるとレーザーを行うことは必須ではないか。里灯都が行うのならなおさらである」と発言された。③

市の補助金に採択された旨の連絡があった。

経済産業省が主催する始動 2017 のキックオフミーティングに参加した。経済産業省の課長から始動プロジェクトが 2 年前の安倍総理がシリコンバレーに行ったことを皮切りに、シリコンバレー架け橋プロジェクトがもとになっているとの紹介があった。プログラムを運営する企業の共同代表から、「PayPal マフィア (PayPal に所属した人材が様々な起業家になっているように) 始動マフィアとなってほしい。」と言った激励の挨拶があった。さらに別の共同代表から「ポロシャツを着た始動 2 期メンバーがボランティアとして活動。Pay forward の精神を忘れない。感謝もしてほしい。」と激励頂いた。

市内のベンチャー企業の意見交換会で、シリコンバレーにオフィスがあり、始動 2017 を運営する企業のパートナーの講演を聞いた。始動 2017 に参加できることをお伝えしたところ、浜松は 2 年連続でシリコンバレーに選出されているので、勝ち抜いて、シリコンバレーに来て下さいと仰って頂けた。同じ会の意見交換会で木材を接着することで強度を高めることができる集成材を手掛ける企業を市役所職員から紹介され、後日に見学をさせて頂いた。元々は木材に強い接着剤商社だったが、他社とアライアンスを組みつつ自らも集成材工場を運営しかつ、接着剤の技術コンサルの業務も手掛けることで、木材分野という厳しい世界でも反映し続ける企業の底力を感じた。

信用金庫が主催する展示会にビジネスプラン・コンテスト優秀賞を受賞したので副賞として参加した。

材木店 J 社 m 氏と市の補助金を使用して行う実験に関しての今後の実験計画について打合せを行った。③-①

光産創大 a 教授と今後の実験に関して打合せを行った。構造用合板の穿孔技術に関して、知財戦略も含めて検討を重ねていったほうが良いとのアドバイスを頂いた。

■ 2017年8月

始動 2017 の第 1 回に参加した。アントレプレナーシップとイントレプレナーシップに関して学んだ。プログラムは 2 日間行われ、初日は大学の先生からイノベーターのマインドセットに関して学んだ。2 日目は IPO を果たしたベンチャー企業の CEO とベンチャー企業の副社長で COO と大企業で新規事業を担当する三者三様の立場でお話を頂いた。

材木店 J 社 m 氏と市の助成金における実験について、今後の実験計画を打ち合わせした。㊸-②

始動 2017 の有志勉強会を主催し浜松市内で開催した。2017 年 5 月にも相談した始動に参加経験があるベンチャー企業の社長をアドバイザーとして、4 名の始動 2017 の同期とビジネスプランについて話し合いを行った。海外展開やコストの対応性などに関して、差別化戦略、販売経路、事業発展性についてコメントがあった。

光産創大 a 教授と事業に関して打ち合わせを行い、MDB や SPEEDA などの市場分析ツールを用いることなどについてアドバイスを頂いた。

第 2 回目はデザイン思考について学んだ。ベンチャーは、走りながら考えようとする事が多くなるすなわち動きながら事業計画を作る、四の五の言わずやってみようという話に共感した。光産創大の晝馬初代理事長の言葉「できないと言わずにやってみる」を感じ取った。

■ 2017年9月

材木店 J 社 m 氏と市の補助金に関して、ドリル試験が終了したと透湿実験を開始したことを報告した。㊸-③

資金調達を既に成し遂げている浜松のベンチャー企業の CEO から証券会社での IPO や持株会などの勉強会に招待頂いた。

浜松市が主催する、新たなイノベーションを目指してと題する講演会に参加、シリコンバレー発のベンチャーや大企業の新規事業開発部門さらにももの作りベンチャーとの協業を行っているスタートアップ企業のお話を伺った。

創業スクール OB でコンサルティングを行う社長に始動 2017 のビジネスプランの相談を行った。1. イントロ、2. 技術的な部分、3. コアコンピタンス、4. KPI、5. 収益モデル、6. 結論（今後の森林の未来）のイメージで資料を作成する。アドバイスを受けた。

光産創大のフotonリングコンソーシアムに参加した。浜松を代表するベンチャー企業 4 社が登壇し、ベンチャーキャピタリストからアドバイスを得た。更には資金調達を 1 度行った企業も講演を行った。さらには、先ほどのベンチャーキャピタリストと浜松を代表する起業家と光産創大学長でパネルディスカッションが行われた。

浜松の公的機関が主催するビジネスプロデュース力養成セミナーに参加した。浜松市長の講演やパナソニックの人材開発を手掛けられていた講師の話を拝聴した。

創業スクール OB でコンサルティングを行う社長に始動 2017 のビジネスプランの相談を行った。対象の設定を一般的な家とかではなく、公共施設や学校図書館にしてはどうかなど具体的なアドバイスがあった。

Startup Weekend 浜松という 3 日間で事業プランを練り上げるハッカソンのコーチを行うこととなり、オーガナイザー（主催者）の静岡大学修士 2 年生と打ち合わせを行い、何を行うかに関して打ち合わせを行った。

始動 2017 の第 3 回に参加した。初日は、自らの顧客に関して、製品・サービスの価値とポジショニングを理解と製品・サービスのプロトタイプを制作して価値の検証を行うことに関して講義を受けた。2 日目は、事業プランの策定方法に関して教授頂いた。

■ 2017 年 10 月

材木店 J 社 m 氏に透湿性構造用合板のレーザー加工実験に関して情報共有を行った。

③-④

F 研究所の h 研究員に構造用合板のレーザー加工における懸念点も含めて情報の共有を行った。

始動 2017 でのメンタープログラムが始まり、始動 2017 のメンターから現在の資料の問題点、例えば課題が見えにくい点、誰のためのどんな課題なのか、達成されたときのスケール感が出ない点など、多岐にわたってコメントを頂いた。また、光触媒ではレッドオーシャンでもっとほかのアイデアが良いのではないかと、リノベーション市場と木材のリノベーションは面白いとのコメントも頂いた。始動 2017 のメンターはテクノロジーで教

育を変える EdTech に関わった経験がある。そこから、例えばテクノロジーで農業を変える AgriTech（アグリテック）の分野からヒントを得た、テクノロジーで林業を変える ForesTech（フォレストック）なるものを創造してもよいのではないかとアドバイスを頂いた。

始動 2017 の事業プランに関して、かねてから親交のある住宅メーカー社長に住宅建材の需要についてヒヤリングを行った。始動 2017 の課題であった光触媒の事業化については既に様々な商品がありレッドオーシャンであることが確認できた。事業プランを光産創大入学当初に事業プランであった古材を紫外線で人工的に生産する事業プランに変更した。

始動 2017 でのメンタープログラムで、始動 2017 のメンターに面談をして頂いた。メンターから「リノベーション市場について調べる必要があるのではないか。古材を用いているリノベーション業者などにヒヤリングを行うべき。そこから価格帯も見えてくる。また、木材業者からのヒヤリングも必要である。」とのアドバイス頂いた。加えて、「エイジング処理だけでなく差別化が必要、エコシステムを築くことでワンストップのサービスが描けることも重要である。」とのアドバイスを頂いた。「林業が盛んな地域を調べてみてはどうか。そこは木材で困っている顧客がいるのではないか。」とのアドバイスも頂いた。

光産創大客員教授でもあり、コンサルティング企業代表に始動 2017 のプレゼン資料について意見を聞いた。「差別化要因が弱い、本当に工業的に供給量が少ないというペインが解決できるのかという部分について言及が欲しい。需要確認ができているのか、新規性・独創性と考えているアイデアはまだまだ事業戦略として弱い」とのコメントを頂いた。また、その後、メールも頂き、今回のアドバイスに関して詳細な振り返りを頂いた。

始動 2017 の第 4 回で成功する事業計画書と題し、事業計画書の書き方の勘所をつかんだ。今後仕事は自分で作り出さないとなくなってしまうという部分に非常に共感した。本業と並行して様々なネットワークを広めておくべきである、などのコメントが印象に残った。

信用金庫支店長から、ゼネコンの営業部長を紹介してもらった。店舗向けの改良が多く基本的にはリノベーションや木造などは得意ではないため、他のリノベーション業者にヒヤリングをしたほうが良いのではないかとコメントを頂いた。

材木店 J 社 m 氏と打合せを行った。構造用合板の透湿性向上に関して、レーザーを主眼にして考えたい。穴を開けることに対して難しい側面があることも理解しているが、レ

一ザーを使ったという部分にこだわりたい。穴が大きくなるにつれ、虫が入る、雨で水が入ることが懸念された。④

かねてから親交のあった不動産会社社長にヒヤリングを行い、エイジング加工のニーズ、動向について話を伺った。「築年数にあった古材をあてがうことや、住宅用途ではなく家具用などは古材はあり得るのではないか。最新の技術で 100 年後のものを作り出すというのは意味があるのではないか。」とのコメントも頂いた。

かねてから親交のあった建築事務所設計士にヒヤリングを行い、「エイジング加工を行うのは、良いのではないか。どんな古材をどんな風に作るのかが顧客に対して見える。」と良いという点を確認頂いた。

■ 2017 年 11 月

ゼネコンの営業部長からより技術的なことに関しては、技術担当の常務が適切ということもありヒヤリングを行った。「最近では人員確保の問題もあり、現場で極力仕事をしない様に工場で作って組み立て作業を現場で行うようになっている。木材が使われなくなった理由として新建材を使うことが増えてきた点がある。寸法精度も高く、フローリングで音が気になるなど木材だと困ることが多い。価格差も 10 倍程度存在し新建材が安いいため使用される。リノベーション市場だと古材の住宅はあまりないのではないが店舗だとあり得る。木材内の害虫退治をいっぺんに行えるのであればリノベーションにとって価値が高い。」とのコメントを頂いた。

始動 2017 同期から紹介されたハウスメーカーの支店長を訪ねた。「リフォームはその企業の個性が現れる。企業の考えが、形を作るため、決まりがあり新しいものを採用することは難しい。焼杉のような風合いが出せるなら意味があるがそうでないなら意味はない。リノベーションを住宅環境で行うのであればオイルステンをすれば十分である。」と言った多くの否定的なご意見を頂いた。

大阪で行われた始動 2017 の自主勉強会に参加し、コンサルテーションも手掛ける始動 2017 同期からスタートアップとしての基礎知識とピッチ用資料についての手ほどきを受ける。

かねてから親交のあった工務店の建築士にヒヤリングを行った。「無垢材は非常に値段が高いが節材は安いいため、床材は無垢材の場合、節が嫌われるがエイジング加工を施すことで節があっても古材にすれば成立する、節がある安い木材を無節の無垢材のように意匠

性を上げるのは良い。」というコメントをもらう。筆者が調べてみるとスギ材は3倍程度、ヒノキ材は2倍程度の価格差があり、これはビジネスになるのではと考えた。

始動2017のメンタープログラムでメンターから、「プレゼン資料に関して、大きな目的として、最終的に林業の再生につながるという部分は良い。ただし、目的を林業の再生にすると聞いている側は関係ないと考えてしまう。例えば、雰囲気のある古材を使用した家具のほうが良いと感じませんかという部分からスタートしていく。しかし問題点として、古材を使用した家具って、材料は足場を利用した足場古材や古民家を解体した時に出る古材などを用いるが、供給が安定せず、価格も常に変わるので使いにくいというような問題点を前面に出す展開を行う。これらの問題点の解決策として技術を用いて解決するという手法を用いる。加えて、技術で作るほうだけではなく、売り方もイノベーションを起こしてほしい。これまでの流通課程、通りだと下請けから脱しない。例えば直接、一般顧客にアクセスできるような売り方を考える。」とのコメントを頂いた。

ゼネコンの営業部長から伺ったリノベーションを手掛ける企業を別の他社から紹介して頂き、打合せを行った。「賃貸物件をリノベーションして家賃を取るビジネスを行っているビジネスモデルなので、コストが重要との話であった。木材を売りたいのならコストを下げしてほしい、日本製の木材はコストが合わないとの話だった。ただ、現場としては人工的な木材でも使いたい」との声があった。ここでもシロアリや腐敗の問題に関してもお聞きすることができた。

始動2017の第5回が行われ事業戦略に他者を巻き込むと題し、事業戦略に大切な他者（投資家、協力者、パートナー）の巻き込み方を学んだ。プレゼンを行って始動2017の同期からコメントももらった。課題設定が大きすぎて、解決策に直接つながるのか分かりにくいといったコメントやメッセージが1枚のシートに多く入っていてよくわからないといったことを伺うことができた。

光産創大客員教授に始動2017のプレゼン資料について再度ご意見を伺った。「ヒットの要因としてはベネフィット（コンテンツ）と信頼性が非常に重要である。人は多くの場合、これまでの知識や経験をもとに良否の判断に向けての自分なりの大切なことや合理的なことを自動的に想像する。つまり、そのプロダクトがあれば何を変えるのか。何処が変われば、さらに何が変わるのが容易に想像できることが重要だとのコメントを頂いた。〇〇が変われば、私の〇〇が変わる。私のような人が増えれば、世の中の、世界の〇〇も変わる。連動想起性が高い資料やプレゼンを考えるようにする。」とご意見を伺えた。

始動 2017 でのメンタープログラムにて、スライド 1 つ 1 つにコメントを頂き事業計画書を策定した。「SOM(Serviceable Obtainable Market : 獲得市場)²=> SAM(Serviceable Available Market : 対象市場)³ => TAM(Total Addressable Market : 有効市場)⁴ => PAM⁵ (Potential Available Market : 潜在市場)を意識して資料作りを行ってはどうか。」とのコメントを頂いた。「林業を救う取組は重要でベンチャーらしい活動だ。」と褒めても頂いた。

■ 2017 年 12 月

F 研究所の h 研究員の紹介で、レーザーインサイジングで有名な先生の講演会があると紹介され参加した。多くの応用事例や新たな挑戦をされていることに感銘をうけ、大学の研究分野だけでなく産業界でも応用できる分野への探求心をお持ちであることに感心した。

透湿性実験を行い、ドリルに比べレーザーで 37%透湿性抵抗が低下することが確かめられた。^⑤

始動 2017 の大阪の有志の会に日帰りで参加した。発表資料についてご意見を頂いた。現場の意見を入れる等、基本的な部分が出来ていないことを痛感する。

2017 年 11 月にもヒヤリングを行ったリノベーションを手掛ける企業のグループ企業に対して再度、ヒヤリングを行った。「エイジング加工を簡便に行う需要はあり、ハンドメイドでできるものがあればなおさら良い。」とのコメントを頂いた。「例えば建具を作るのに大工が 1 日仕事になる。」ことも聞いた。「例えば、ガーデニングで枕木などを使うこともあるので枕木の古材化などもあり得る」とのコメントも頂いた。

2017 年 10 月、11 月にもアドバイスを頂いている光産創大客員教授に発表資料を送ったところ、「この事業プランでは 120 名の始動 2017 に選ばれて、シリコンバレーを目指そうとするアウトプットではない。」という厳しいコメントを頂いた。「プレゼンの練習に付き合っただけなので東京まで来なさい」と暖かいアドバイスを頂いたので、最終発表会まで日がなかったがハンズオンでのアドバイスを頂いた。加えて、発表前日も練習に付き合っただけ頂き、東京に泊まって翌日のプレゼンの日を迎えた。

² 対象市場のうち当面獲得を目指すべき顧客数 (市場シェア)

³ 有効市場のうち特定の顧客セグメント (当面追求すべき市場)

⁴ 自社が提供可能かつアクセス可能な市場のサイズ (長期的に追求すべき市場)

⁵ 市場全体の経済的なサイズ

始動 2017 の最終回である第 6 回が行われ、最終発表を行い、最終的に 126 名から選抜され、20 名の狭き門であるシリコンバレーへの派遣が決定した。

材木店 J 社 l 氏と m 氏と打合せを行った。レーザー穿孔を行うと透湿性が向上することを伝えた。ここでの成果を特許化することになった。

光産創大藤田先生の紹介で知財関連戦略に詳しい弁護士事務所と打合せを行い、本技術の特許化することとなった。

■ 2018 年 1 月

2017 年 4 月に打ち合わせを行ったことがある個人事業主と、始動 2017 の課題に関してのフイージビリティスタディのような装置化について打ち合わせを行った。

光産創大 a 教授と博士研究の報告に関して打合せを行った。特に、博士の中間発表前になるのでその資料作成が主となった。

材木店 J 社 l 氏と m 氏と打合せを行った。まだまだ課題があることに関して御意見を頂いた。特に加工速度の向上と加工厚みを更に厚くすることで壁材以外の部分にも使用できるようにするので意義が多いとの意見を頂いた。

■ 2018 年 1 月下旬～2 月

始動 2017 のシリコンバレープログラムに参加した。シリコンバレーでの目標を現状のビジネスモデルが通じるのか、新たな木材分野でテクノロジーが解決できる部分がないのか。イノベーションが起こせるのかの 3 点設定し、プログラムに挑んだ。27 名によるシリコンバレーで活躍している方々（アントレプレナー・イントレプレナー・投資家・記者など）とプレゼンテーションを聞き、6 名のメンターの方々に事業プランを確認頂いた。元大企業の創業メンバーで現在はシリコンバレーで起業しているベンチャー企業家から、「木材の需要創出を行うのであれば、既存のマーケットも必要だが、今後成長するもしくは既に成長しているマーケットに木材を導入する必要があるのではないかとのコメントを頂いた。例えば、ロケットやアパレル例えば飲食などもマーケットとして存在する。」という発言もあった。

帰国後に始動 2017 の全体発表会が行われ、当日の様子はテレビ東京のワールドビジネスサテライトで放映された。惜しくも筆者は最終発表の 3 名には選ばれなかった。

■ 2018 年 3 月

博士論文をまとめようとする際に、自らの行動をまとめたいと考えていたところ、光産創大 o 教授から起業家の行動様式に関するエフェクチュエーションを紹介される。③⑥

始動プログラムのシリコンバレー研修でお世話になった方に、どのようにしてシリコンバレーで現在の仕事について、やりたいプロジェクトがあり、入社に至ったことヒヤリングした。

光産創大客員教授でシリコンバレーに行く際にお世話になった方に、木材の価値に関してヒヤリングを行った。レーザー穿孔の木材応用に関して検討を重ねることと、顕在化されていない木材の価値に関して目を向けるアドバイスを頂いた。

始動 2017 の同期からの紹介で、建材メーカーのプロダクトデザイナーと打ち合わせを行った。商材としては異なるが、新たなコラボレーションの可能性を感じた。

ベンチャー支援団体の集まりである Hamamatsu Venture Tribe で株式会社里灯都として発表を行った。林業の諸問題をテクノロジーで解決するという意味の ForesxTech (フォレストック) は、聴衆から「フォレストックって意味が良くわかりました」など、インパクトがあり、技術で林業を救うと言うコンセプトが伝わるのが分かった。この際に、商標を取得したほうが良いとのアドバイスがあった。

材木店 J 社の内覧会に参加し l 氏と m 氏にご挨拶をした。社内資産 (土地) の有効活用、木材の宣伝アドバタイゼーション、商材化：マンション (アパート) オーナーが内覧に来て、同じようなアパートを建てたいといった要望に応えるという 3 つの目的が良くわかる内覧会であった。

光産創大 o 教授から事業プランや会社経営の運営方法についてアドバイスを頂いた。

光産創大 a 教授と研究について打ち合わせを行った。事業化の技術的な内容についてアドバイスを頂いた。

光産創大 a 教授から光産創大の理事会で発表する内容についてアドバイスを頂いた。

光産創大の理事会で始動 2017 のシリコンバレー研修と株式会社里灯都の事業に関して発表を行った。

■ 2018 年 4 月

光産創大関連の企業から独自製品を作るためにデザインについて依頼を頂いた。

浜松の海外分野の公的支援機関に海外動向特にアジアでの動向についてヒヤリングを行った。公的支援機関において親身になって支援頂けること並びに多くの支援メニューがあることが分かった。

光産創大関連の企業から 2018 年 4 月に依頼頂いた案件で、具体的な打ち合わせを行った。

構造用合板のレーザー実験に関して光産創大 b 教授と p 客員教授と打ち合わせを行った。低価格にするため高速に穿孔する方法（量産化に関して）を御教授頂いた。⑳

木材の技術的な課題について関連企業にヒヤリングを行った。

光産創大 a 教授と構造用合板の透湿性向上の理論的背景について打ち合わせを行った。懇意にしている林業関係者と情報交換を行い、新規事業について相談した。

構造用合板のレーザー実験に関して本学学生で大型板金加工業 K 社 q 氏と実験条件についてお打合せを行った。㉑ - ①

公的金融機関に資本制ローンに関して説明を受けた。

材木店 J 社 m 氏と今後の事業展開について打ち合わせを行った。

■ 2018 年 5 月

ACTPHAHST について静岡大学にて講演があり、拝見する機会を頂いた。

光産創大 a 教授と今後の実験計画について打ち合わせを行った。

光産創大 a 教授と材木店 J 社 m 氏と実験について打ち合わせを行った。

材木店 J 社 l 氏から講演会にお誘い頂き、参加をさせて頂いた。

光産創大学生企業の大型板金加工業 K 社で構造用合板に対するレーザー加工の実験を行った。㉑ - ②

F 研究所の h 研究員に研究のアドバイスを頂いた。㉒

経営者の集まりであるニュービジネス協議会で勉強会の講師依頼があり、株式会社里灯都の取組と始動 2017 について話をさせて頂いた。

光産創大 b 教授と構造用合板について打合せを行った。周辺技術や困難がある部分に関してのビジネス化についてもアドバイスがあった。㉓

インディペンデンスクラブで光産創大理事長の講演を伺った。事業計画発表会や起業家スピーチとして発表を聞く機会を得た。

光産創大 a 教授と全体ゼミで発表する内容に関してアドバイスを頂いた。

■ 2018年6月

光産創大が主催するフotonリングコンソーシアムに参加し、光技術の医療応用について講演を伺った。

地元信用金庫の創業塾でお世話になった弁理士と商標に関する打ち合わせを行った。始動2017のメンタリングで生まれた ForesxTech とその読み方であるフォレストックについて商標を出願することになった。

経営ゼミで発表を行い、全体ゼミで発表する内容に関してアドバイスを頂いた。

全体ゼミで発表を行った。事業展開に関する質問を多く頂いた。

光産創大 a 教授と投稿論文執筆に対する打ち合わせを行った。

旧知の知り合いから、ビジネスパートナーとしてどうかと静岡県内の企業を紹介され打ち合わせを行った。

事業支援企業と事業について打ち合わせを行い事業プランコンテストの参加を行うこととなった。

光産創大の特別講義で新規事業プランの策定についてご教授頂いた。ビジネスプランの中に、実証性、論証性、創造性、リアル感、わくわく感（感情）がほしい。成功する事業計画書（筋の良さ・具体性・ニーズの裏付け・投資回収の見通し・事業化適正、可能性・やる気）などについて学ぶことができた。本命なアイデアが没になる。行き詰ったと思わないと変わりがないといったマイナス面もプラスにする力が必要出ることが分かった。

浜松市主催ベンチャー交流会の勉強会に参加し、事業支援企業の講演をいただいた。加えてベンチャー企業のピッチを拝見することができた。

F 研究所の h 研究員と構造用合板の論文に関するアドバイスや新しいレーザーに対する技術情報を頂いた。④

事業プランコンテストの参加に伴う、事業支援企業と事業について再度打ち合わせを行い、メンタリングを実施頂いた。

■ 2018年7月

経営分野の学会発表の予稿を策定するため光産創大 o 教授と打ち合わせを行った。

税理士法人が開催するアセアン、インド、メキシコ地域で勝ち残るためのセミナーについて招待いただき今後の海外展開も踏まえて打ち合わせを行った。

事業プランコンテストの参加に伴う、事業支援企業と事業について3度目の打ち合わせを行い、メンタリングを実施頂いた。

経営分野ゼミに参加し、学会発表のプレゼン練習を行った。光産創大の紹介や始動 Next Innovator への参加など興味を持って頂ける内容にするというコメントを頂いた。

光加工分野ゼミに参加し、技術的な内容について報告を行った。シミュレーションに関して技術的なアドバイスを頂いた。

光産創大 a 教授と事業進捗打ち合わせを行った。

ベンチャー企業主催の資本調達セミナーに参加した。フリーランスで過去にベンチャー企業の CFO(Chief Financial Officer)をつとめた経験もある方がセミナーの講師をされた。

光産創大 b 教授と p 客員教授と構造用合板の量産化の実証実験をカ客員教授が所属する企業にて行った。その後打ち合わせを行い、今後の方針を検討した④。

光産創大も関係している A-SAP に研究的要素が強い内容を応募し、適性検査にも合格した④-①。

光産創大の経営分野ゼミに参加し、学会発表のプレゼン練習を行った。

■ 2018年8月

地元信用金庫が開催する創業スクールの卒業生として、プレ創業スクールに登壇するための打ち合わせをおこなった。第1にライバルの存在、第2に経済産業省主催のプログラムにおいてシリコンバレーに選出されるという具体的な目標を達成したこと、第3に自らの至らなさできないことが多くあることが分かったことが参加して良かったことだと話をした。

A-SAP スカウトレポートを作成するために打ち合わせを本プログラムの Business Financial Coach (事業計画書作成者、以下 BFC) と打ち合わせを行った。④-②

木工加工企業と木材の商品化に向けた打ち合わせを行った。

A-SAP の補助金の1次審査についてヒヤリングをうけた④-③。

地元信用金庫が開催する創業スクールの卒業生として、プレ創業スクールに登壇した。創業スクール受講してよかった点、2020年の目標について話をした。

信用金庫から地元企業を紹介頂き、新規事業について企画案を報告させて頂いた。まずはテストケースとして試しに少しだけ行ってマーケティングを行うことで合意をした。

2018年8月にも打ち合わせをおこなった木工加工企業と再度打合せを行い、こちらの要望を伝えたところ、先方では設備的に難しい点があることが分かり他の企業をご紹介頂くことができた。

■ 2018年9月

光産創大 b 教授と新規事業について打ち合わせを行い、アドバイスを頂いた。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

木材商品を手掛ける商社と打ち合わせを行った。

木工加工業と打ち合わせを行い、どのような技術をお持ちかのヒヤリングを行った。

始動 2018 のプライベート勉強会に地方のベンチャーとして東京以外での起業を課題に登壇を行った。

ホームページの修正に関して、広告代理店と打合せを行った。IT 導入補助金を利用するなど、補助金を有効に活用したほうが良いとのコメントであった。

経営ゼミに参加し、エフェクチュエーションの記述に関するアドバイスを頂いた。

株式会社里灯都内で事業進捗打ち合わせを行った。

材木店 J 社 m 氏に構造用合板の実験結果についてフィードバックを行った。今後どのようなコストが掛かるかなどに関して算出し、実験を行っていくことで合意を得た。

A-SAP のプログラムで残念ながら 1 次審査で脱落し 2 次審査に進めなかったことを報告された。どのようなところに問題があったのかをフィードバックされた。今回の計画は、研究色が強すぎていて、具体的なビジネスプランにする必要があるとコメントをもらった。研究的な部分が多かったことが A-SAP に採択されなかった原因だと知ることができ、次回は現場レベルに近い内容にしようと考えた。④

創業スクールでお世話になった信用金庫担当者から地域経済誌の企画として地元の起業家を対象としたインタビュー記事の企画をご紹介頂き、掲載頂けることとなった。

木材にレーザーマーキングを手掛ける企業に事業企画の提案を行い、見積も頂くこととなった。

2018年9月にも打ち合わせを行った木工加工業と打ち合わせを行い、見積をお願いした。

■ 2018年10月

経営ゼミで日本マーケティング学会の発表を行い、ご意見を伺った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

懇意にしている建築関連の企業と新規事業について打ち合わせを行った。

経営ゼミで日本マーケティング学会の発表を行い、ご意見を伺った。

株式会社里灯都内で事業進捗打ち合わせを行った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

マーケティングコンファレンス 2018 に参加し、発表を行ったところ「失敗例がもっとあったほうが良いのでは」や「起業家へのアワード（賞）は資金調達に効果的か」など質問を頂いた。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

地元信用金庫の創業塾でお世話になった弁理士と ForesxTech（フォレストック）の商標に関する打ち合わせを行った。④

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

株式会社里灯都のホームページの修正に関して社内で打合せを行った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

光産創大学生で、大手コンサルティングと情報交換を行った。住宅分野やアウトドア関連で価格設定が高く出来ている事例などを紹介頂いた。どちらの案件も紹介可能とのことであった。

2018年10月に引き続いて懇意にしている建築関連の企業と新規事業について打ち合わせを行った。

始動 2017 で同期の大手証券会社の SDGs 担当にヒヤリングを行った。SDGs 関連のビジネスが急速に立ち上がっており、林業や木材をベースとする株式会社里灯都としてもチャンスがあるのではないかと感じた。

■ 2018年11月

経営ゼミで日本情報経営学会での発表練習を行い、ご意見を伺った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

第1回未来創成フロンティアセミナーを視聴した。老舗企業が M&A に挑戦し、新たな分野に進んでいく講演があった。

経営ゼミで日本情報経営学会での発表練習を行い、ご意見を伺った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行い、ホームページの更新と現状進めている事業について報告を行った。

経営ゼミで日本情報経営学会での発表練習を行い、ご意見を伺った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

経営分野における博士論文執筆のために大学発ベンチャー企業におけるエフェクチュエーション的側面と題し、日本情報経営学会にて口頭発表を行った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行い、ホームページの更新と現状進めている事業について報告を行った。

ホームページを更新するために、代表挨拶と遠隔についてライターの方にお問い合わせするために、打ち合わせを行った。

■ 2018年12月

経営ゼミで博士論文の執筆に向けてご意見を伺った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

構造用合板の量産化の検討をフォトンバレーセンターの A-SAP で進めることについて、材木店 J 社と共同名義で応募することを確認した。④⑥

光産創大 b 教授と p 客員教授と構造用合板の量産化の検討に関して、フォトンバレーセンターの A-SAP の補助事業を用いて行う旨の下打合せを行い、実験でのアドバイザーになることに対して快諾された。④⑦

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

光産創大の特別講義を視聴し、大企業の栄光と没落さらには復活についてご講義があった。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行い、ホームページの更新と現状進めている事業について報告を行った。

地元信用金庫のビジネスプラン・コンテストを視聴した。これまでも増して多くの来場者が来られていた。また、発表内容もレベルが高かったと感じた。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行い、ホームページの更新と現状進めている事業について報告を行った。

経営ゼミで博士論文の執筆に向けてご意見を伺った。

■ 2019年1月

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

材木店 J 社 m 氏と今後の実験計画について打ち合わせを行った。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行い、ホームページの更新と現状進めている事業について報告を行った。

再度 A-SAP に申し込みを行い、フォトンバレーセンターと光産創大 p 客員教授と株式会社里灯都で A-SAP 適合性評価に関する打ち合わせを行った。④⑧

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

博士論文の中間発表を光産創大内で行った。

光産創大の特任教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行った。2月で株式会社里灯都が2周年を迎えるので新しいロゴや新ホームページについて打ち合わせを行った。

増田先生と博士論文の執筆に向けて打ち合わせを行い、ご意見を伺った。

■ 2019年2月

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

株式会社里灯都社内にて事業進捗打ち合わせを行った。

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

増田先生と博士論文の執筆に向けて打ち合わせを行い、ご意見を伺った。

A-SAP 適合性評価に合格し、フォトンバレーセンターのスカウト（実験計画策定者・プレゼン担当）と BCP（事業計画書作成者）からのヒヤリングを材木店 J 社 m 氏とお受けした。④⑨

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

光産創大の特任教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

■ 2019年3月

光産創大 a 教授と投稿論文に関する打ち合わせを行った。

光産創大 a 教授と博士公聴会に関する打ち合わせを行い、ご意見を伺った。

経営ゼミに参加し、博士公聴会に関する発表を行い、ご意見を伺った。

光産創大 a 教授と博士公聴会に関する打ち合わせを行い、ご意見を伺った。

光産創大 o 教授と博士公聴会に関する打ち合わせを行い、ご意見を伺った。

■ 2019年4月

静岡県の公的機関と試験計画について打ち合わせを行った。

飲食業を営む企業と新規事業に関して打ち合わせを行った。現場でのご意見を伺い大変参考になった。

光産創大教授と博士論文修正について打ち合わせを行った。

株式会社里灯都と関係する企業が主催する植樹イベントに家族で参加した。

特殊な木工加工を手掛ける企業と情報交換を行った。過去は大手メーカーの下請けとしての事業活動を行っていたが、最近は自社でしかできない特殊な加工は何かと考え、レーザー加工機も導入し新たな企画にも挑戦している。

A-SAP のプロジェクトマネージャー（光産創大 a 教授）と光産創大 p 客員教授と構造用合板の量産化の検討に関して、技術的な側面に関しての打ち合わせを行った。

経営ゼミに参加し今後の予定などを報告した。

A-SAP が採択され、プロジェクトマネージャー（光産創大 a 教授）とスカウト（実験計画策定者・プレゼン担当）と BCP（事業計画書作成者）と打合せを行った。^⑤

副業で新たな事業開発を行ってくれるメンバーなどを求めて副業登録サイトイベントに参加した。

光産創大 a 教授と博士論文に関する打ち合わせを行い、ご意見を伺った。

光産創大准教授と博士論文修正について打ち合わせを行った。