

令和8年度 第34回 全国高等学校生徒商業研究発表大会

Re:Cycle

～ゼロから始める循環経済～

山梨県立青洲高等学校

発表生徒：秋山 ももか 有泉 摩美 小沢 香乃
戸栗 みな美 田中 愛華 田中 美緒 二宮 幸

指導者：高橋 美寿々

日時：令和8年 11月18日（水）

場所：タワーホール船堀

CONTENTS

第1章 はじめに・これまでの取り組み

第2章 現状分析

- 1. 私たちの共創型ビジネスモデルの現状……………2
- 2. 産業廃棄物の現状……………3

第3章 仮説・企画立案

- 1. コンクリートについて……………5
- 2. サーキュラーエコノミーについて……………7
- 3. 研究目標と仮説の設定……………8
- 4. 企画立案……………9

第4章 実践

- 1. 繊維補強モルタルの強度試験……………10
- 2. サーキュラーエコノミーへの取り組み……………14
- 3. 和紙繊維補強コンクリートを活用した商品開発……………14
- 4. 「Co.n」のリブランディング……………15

第5章 成果と検証

- 1. 繊維補強コンクリートの成果……………16
- 2. サーキュラーエコノミーの成果……………17
- 3. 「Co.n」のリブランディングによる成果……………18
- 4. 研究の検証……………18

第6章 課題と今後の展望

- 1. 和紙を活用した繊維補強コンクリートの開発と提案……………21
- 2. リブランディングの効果測定の継続……………21
- 3. パートナリシップ企業の拡大……………22

第7章 おわりに

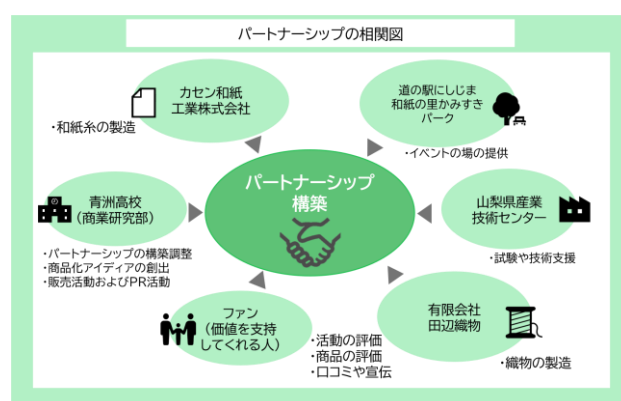
第1章 はじめに・これまでの取り組み

青洲高校は増穂商業高校・峡南高校・市川高校が統合し、2020年に開校した総合制高校で、商業科・工業科・普通科が設置されている。日頃から3学科の特色を生かした学習活動に取り組みつつ、学科横断科目や総合的な探究の時間など、他学科との交流・連携の機会が多く設けられている。

私たちはこれまで、工業科の土木工学科と共同研究をおこない、地域のコンクリート業者から出される排水（産業廃棄物）を地域の伝統産業である和紙作りに活用し、その和紙を使った商品開発・販売につなぐ共創型ビジネスモデルの構築に挑戦した。また、地域の和紙業者とコンクリート業者をつなぐパートナーシップを構築し、両者にとってのコストおよび産業廃棄物の削減に貢献することができた。

共創型ビジネスモデルとは、企業と顧客、または複数の企業が協力し、共に新たな価値を創造するビジネスモデル。

さらに昨年度、一昨年度はこのパートナーシップの拡大に挑戦し、私たちの活動を応援してくれるファンや、山梨県産業技術センター、道の駅にしじま和紙の里かみすきパークなど新たなパートナーと関係を構築することができた。また、これまで研究してきた和紙と郡内織物産業の接点を再発見することができ、「和紙系」を新たな商品開発の資源として活用した「和紙系タオル」の販売や和紙系ワークショップを実施し、利益をあげることができた。



和紙系タオルの損益計算書

I 売上高		48,100
II 売上原価		
1. 期首商品棚卸高	0	
2. 当期製品製造原価	29,230	
合 計	29,230	
3. 期末商品棚卸高	0	0
売上総利益		18,870
販売費及び一般管理費		0
営業利益		18,870

和紙ワークショップの損益計算書

I 売上高		128,500
II 売上原価		
1. 期首商品棚卸高	0	
2. 当期製品製造原価	75,384	
合 計	75,384	
3. 期末商品棚卸高	0	0
売上総利益		53,116
販売費及び一般管理費		0
営業利益		53,116

また、これまで持続可能性の低かった高校生ビジネスに対し、新たなマーケティング手法である「エフェクチュエーション」を用いることで、社会企業としての側面と持続可能性を見出すことができた。これにより、「コレクティブインパクト」による評価の検証で5段階評価において4.2を獲得した。

総合評価

4.2

エフェクチュエーションとは、「多くの熟達した起業家に対する意思決定実験から発見された、高い不確実性に対して予測ではなくコントロールによって対処する思考様式」のこと。

コレクティブインパクトとは、「集合的インパクト」または「集合的な成果」と訳される。企業・行政・NPO・自治体などから集まったメンバーが、社会課題の解決のために知識や技術を持ち寄り、協力すること。

また、私たちの活動を「社会企業の評価基準」に適用し、中小企業診断士の澤伸恭様より評価していただいたところ、17.5点満点中9.5点となり、ソーシャルアントレプレナー（社会企業）としての一步を踏み出すことができた。

「和紙系」の活用方法を探っていく中で、和紙には単なる「紙」としてだけではなく、「繊維」としての一面があり、さらなる可能性が秘められていることに気が付いた。

また、さまざまなパートナーとつながることで、各業者において廃棄物が多く発生している現状がわかり、和紙産業の活性化とともに産業廃棄物の削減に取り組んできた私たちにとって、新たな課題の発見となった。今回は、この「産業廃棄物」と「繊維」に着目し、研究を進めていくこととした。

社会性 (1.5倍)	3 (4.5)	総合評価 9.5
事業性	2	
革新性	3	

第2章 現状分析

1. 私たちの共創型ビジネスモデルの現状

私たちはこれまで、地域の伝統産業である和紙を活性化させ、新たな魅力や可能性について研究活動をおこなってきた。また、2年前、「コンクリート排水を活用した和紙の製法」として特許出願をおこなった（特願2024-167914）。あわせて、顧客から商品としての認知度を高め、ファンとして定着してもらうためにブランディングにも挑戦し、ブランドネームを「Co.n(コン)」とした。



読み方

コン（コンクリート排水、青洲高校スクールカラーの紺青色から）

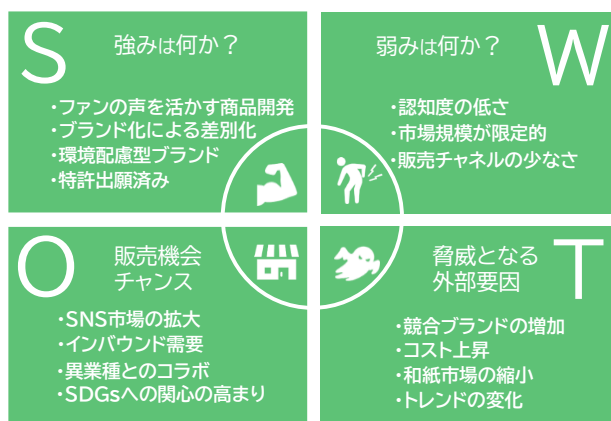
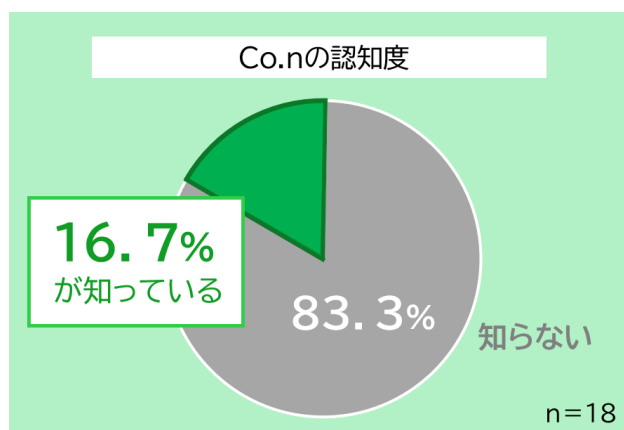
意味

Co …共同の、互いに、協力

n …new(新しい)、Nippon(日本)、next(次)、nexus(ともに)、novelty(目新しさ)、navy(紺)

コンクリート排水を使って和紙を作るという革新的な取り組みを多くの方々と協力しておこなうことで、日本の伝統産業である和紙を発展させ、次世代へと残していくという意味を込めた。

さまざまな思いを込めてブランディングした「Co.n」であったが、2年がたった現在、ブランドとしてほとんどアピールすることができていない。左下図は、私たちの Instagram のフォロワーおよびワークショップの来場者を対象とした「Co.n」の知名度調査の結果である。ファンの中でも名前を知っている方はかなり少なく、ブランディングが成功したとは言えない。また、右下図は「Co.n」の SWOT 分析の結果である。



独自の和紙の製法や環境配慮型の商品という強みを持っており、他の和紙ブランドとの差別化ができています。また、ファンの声を活かした商品開発をおこなっていることから、信頼が得られていると考えられる。一方で、ブランド認知度や販売チャネルが限られているため、商品やブランド自体の魅力が伝わっていないことが課題である。近年は SDGs への関心の高まりや SNS・EC 市場の拡大など追い風となる要素も多いが、さまざまなコスト上昇や和紙市場の縮小などといった脅威も存在する。

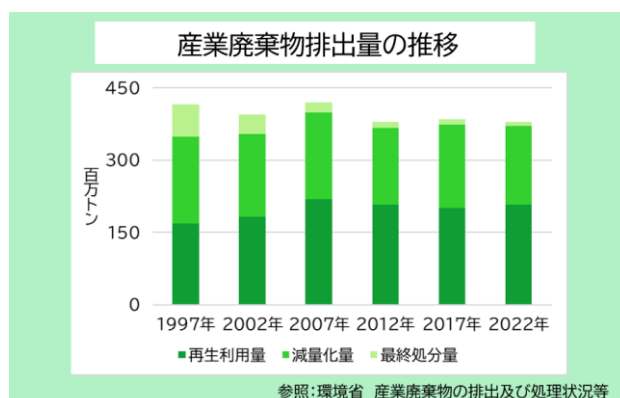
しかし、共創型ビジネスモデルの構築については既存のパートナーと関係を深めたり、新たなパートナーと関係を構築するなど発展させたりすることができ、開発した商品の売上や経済的効果以上に「環境に優しい和紙作り」を多くの方に知っていただくという大きな成果を挙げることができた。

パートナーシップ構築の過程で、山梨県コンクリート工業組合のセミナーや建設まつりなど、さまざまなイベントに参加する中で、企業の方や本校土木科の先生方から「紙や布などの繊維をコンクリートに混ぜることでコンクリートの強度が上がる」といったお話を伺った。

昨年度郡内繊維物について研究し、繊維の強度実験をおこなっていた私たちは、コンクリートと繊維の関係に強い関心を持つとともに、廃棄される繊維物繊維の存在について思い出した。そこで、さまざまな産業廃棄物について調査することにした。

2. 産業廃棄物の現状

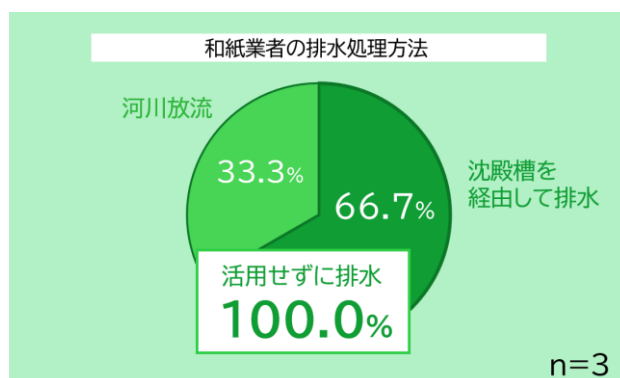
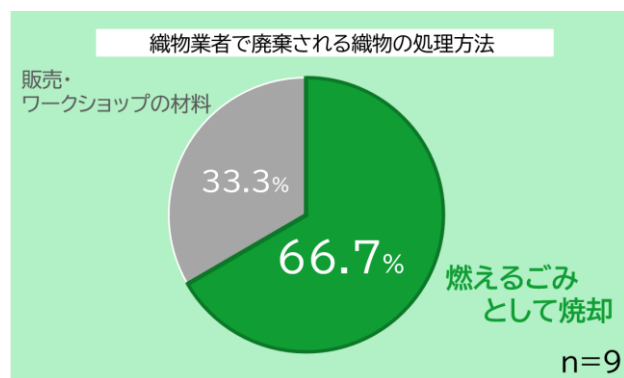
国内の産業廃棄物は、年間3.7億トンほどで推移している。資源として有効活用する意識の高まりから、最終処分量は年々減少しているが、発生量自体は約30年以上前からほぼ横ばいとなっており、再利用方法を模索し続けることが大きな一つの課題となっている。



最終処分量とは、廃棄物が焼却や破碎・選別などの中間処理や資源化を経た後、最終的に埋立などで処理される廃棄物の量のこと。

2-1. 和紙業者と繊維業者の産業廃棄物の現状

これまで研究してきた和紙業者や繊維業者など地域の小規模な業者においては、廃棄物の処理コストや手間が大きな負担になっていたり、廃棄物の量を正確に把握できていなかったりする現状がある。

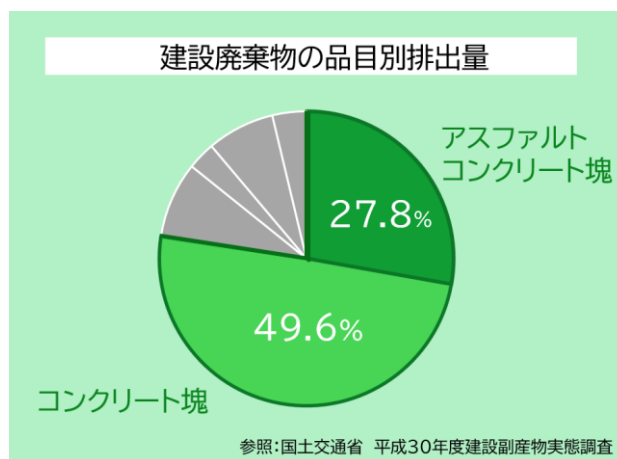
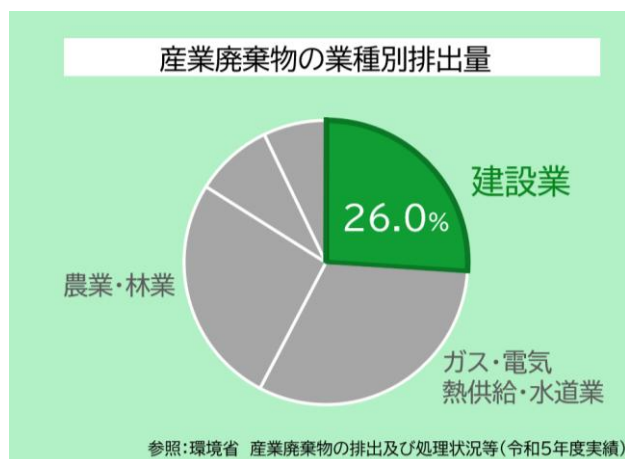


さらに、設備の整っている大規模な業者とは異なり、66.7%の業者が廃棄物を再利用せずに燃えるごみとして焼却処分している。和紙業者については、紙だけでなく繊維のカスが残った排水も多く、その量は小規模な業者であっても年間平均 8,933 トンにものぼり、使用した水の35.0%は排水している。また、排水の100%は再利用することなく河川等に放流している。

和紙業者の排水量		
最大	25,500トン	使用量に対する割合 35.0%
平均	8,933トン	

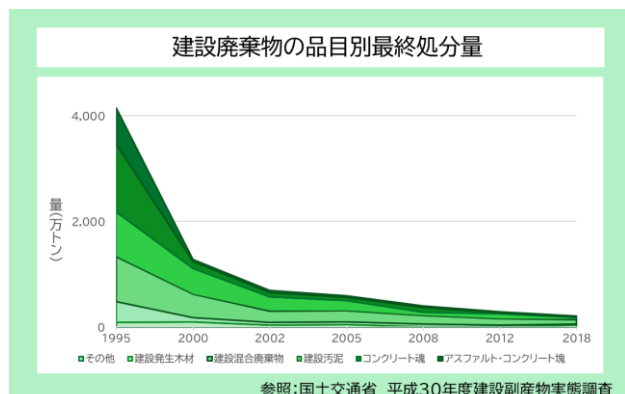
2-2. コンクリート業者の産業廃棄物の現状

私たちの身の回りには、道路や建物、橋など多くのコンクリート構造物が存在している。コンクリートは生活や社会を支える重要な材料である一方、その製造や建設、解体の過程では環境にさまざまな影響を与えている。国内の二酸化炭素排出量の4%がセメント製造に伴うものとなっているほか、建設廃棄物として発生する廃コンクリートは産業廃棄物の中でも大きな割合を占めており、環境問題に対して「負の貢献」をしているといわれている。



一方で、建設廃棄物の最終処分量は年々減少しており、「建設リサイクル推進計画」のほとんどの項目で目標を達成するなど、環境配慮への意識は非常に高い業界ともいえる。

建設リサイクル推進計画とは、建設副産物のリサイクルや適正処理等を推進するため、国土交通省における建設リサイクル推進に向けた基本的な考え方、目標、具体的施策をとりまとめた計画のこと。



建設リサイクル推進計画の目標達成率

評価項目	平成30年度	平成30年度目標値	目標値達成状況
アスファルト・コンクリート塊の再資源化率	99.5%	99%以上	達成
コンクリート塊の再資源化率	99.3%	99%以上	達成
建設発生木材の再資源化・縮減率	96.2%	95%以上	達成
建設汚泥の再資源化・縮減率	94.6%	90%以上	達成
建設混合廃棄物の再資源化・縮減率	63.2%	60%以上	達成
建設混合廃棄物の排出率	3.1%	3.5%以上	達成
建設廃棄物の再資源化・縮減率	97.2%	96%以上	達成
建設発生土有効利用率	79.8%	80%以上	未達成

参照:国土交通省 平成30年度建設副産物実態調査

コンクリートの改良ニーズがますます高まる中、構造物などの解体に伴い発生したコンクリート解体材を砕き、骨材として再利用したり、廃棄物処理場から排出される焼却灰を利用した人工骨材をしたり検討するなど、循環型社会の実現に向けた取り組みが進められている。

和紙業者や繊維業者などの小規模業者の産業廃棄物と、環境意識が高まっているコンクリート業界の現状から、廃棄繊維をコンクリートに添加し、高付加価値のあるコンクリートを生み出すことはできないかと考えた。さらに、かつてコンクリート排水を使って製造した和紙の排水などを再度コンクリートに活用することにより、これまで取り組んできたアップサイクルをさらに発展させ、完全に循環させる「サーキュラーエコノミー」を実現することができるのではないかと考え、仮説および企画を設定した。

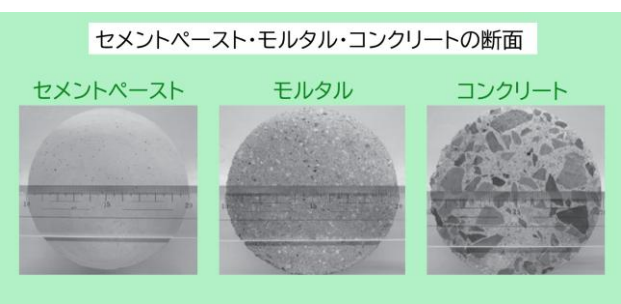
第3章 仮説・企画立案

私たちは、さまざまな廃棄物の繊維をコンクリートに混ぜることにより、廃棄物の最終処分量の削減となることに加えて、環境に優しく、新たな価値を持ったコンクリートを生み出すことができるのではないかと考えた。そこでまず、コンクリートについて調査してみることにした。

1. コンクリートについて

1-1. コンクリートとは

コンクリートとはセメント、水、砂、砂利などの材料を混ぜ合わせて固めたものである。セメント、水、砂だけのものは「モルタル」、セメントと水だけのものは「セメントペースト」と呼ばれ、コンクリートとは区別されている。つまりコンクリートは「セメントペースト」を接着材として、砂(細骨材)や石(粗骨材)などの骨材を混ぜて一体化させたものである。



セメントとは、水と反応して硬化する鉱物質の微粉末であり、石灰石や粘土などを原料としている。

骨材とは、コンクリートやモルタルを作る際に使用される砂や砂利などの粒状材料のことで、コンクリートの体積の7割を占める。セメントペーストを支える中身として、強度や寸法安定性に大きく影響する。

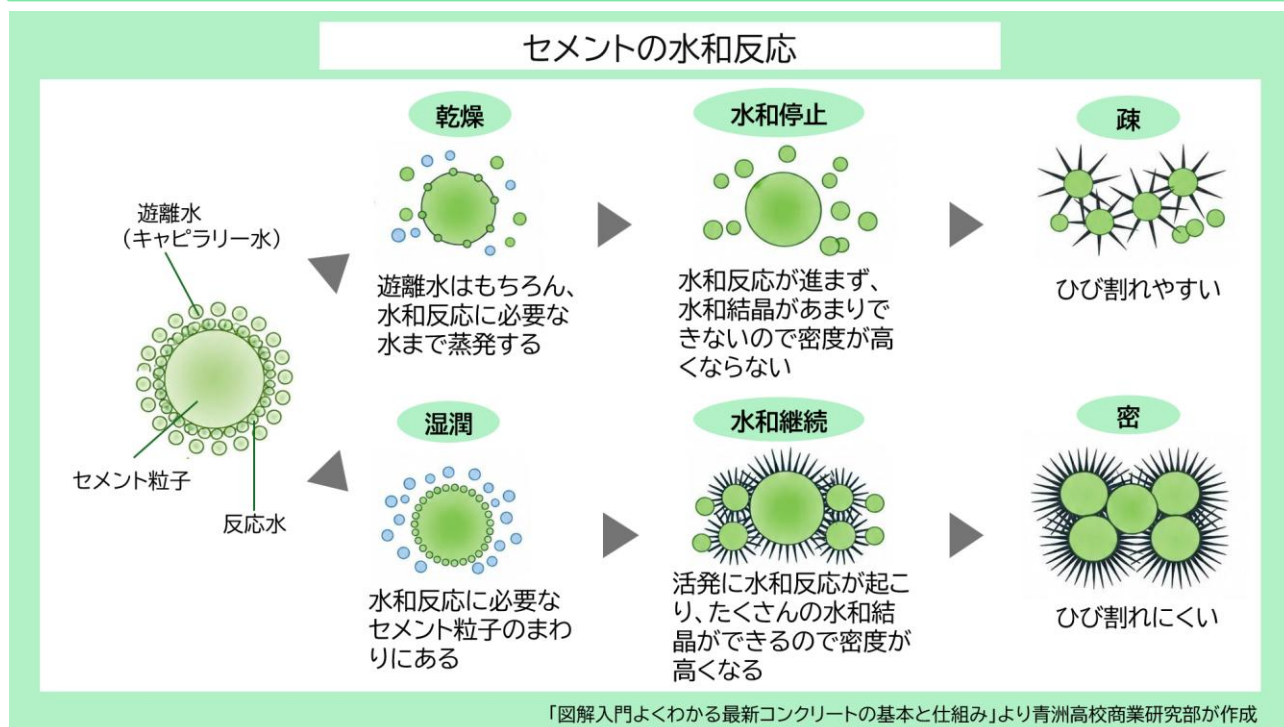
モルタルとコンクリートの比較		
	モルタル	コンクリート
材料	セメント・水・砂(細骨材)	セメント・水・砂(細骨材)・砂利(粗骨材)
圧縮強度	大きい(強い)	
引張強度	小さい(弱い)	
ひび割れやすさ	ひび割れやすい	ひび割れにくい
用途	タイルやレンガの接着、壁の補修	建物の基礎、道路、比較的小規模な構造物

青洲高校商業研究部が作成

コンクリートは、セメントペーストを接着剤として固まる。泥団子のように乾燥して固まるのではなく、セメントペーストの中のセメントと水が化学反応(水和反応)し、ガラス質の結晶が植物の根のように徐々に成長していく過程で、砂や砂利を固定していく。硬化の過程では、温度や湿度の影響を強く受けるため、環境条件を考慮して作業することが必要である。また、結晶の硬さは接着剤の役割を果たすセメントペーストの濃さ、つまりセメントと水の割合で決まる。水の割合が大きいほど接着剤は薄まるため、強度は低くなる。

硬化とは、セメントと水の化学反応(水和反応)によって強度と耐久性を発揮して固まること。

水和反応とは、セメント鉱物と水が化学反応を起こし新たな化合物を生成するプロセスのこと。

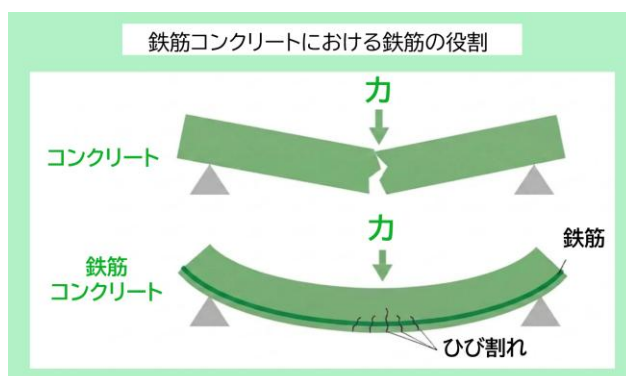


遊離水とは、物質と結合せずに自由に存在する水のことで、コンクリートにおける遊離水は、コンクリート中で水和反応に使われずに残る余分な水を指す。

反応水とは、水和反応の際に物質と結合する水のこと。

コンクリートは石と同様に、押しつける力には強い抵抗力を発揮する一方で、引っ張る力と曲げる力に弱いという性質がある。そのため、単体で使われることは少なく、通常は引っ張る力や曲げる力に対する抵抗力が大きい鉄筋を埋設した「鉄筋コンクリート」として使われる。

建物や大きな構造物を作るためには強度が必要だが、鉄筋コンクリートを使うことによって、鉄筋がコンクリートの引張強度や曲げ強度を補完するだけでなく、コンクリートが鉄筋の周囲を拘束することで、曲がらないように抑え、バランスよくお互いの弱点を補完するという構造になっている。また、セメントがアルカリ性であることから鉄筋は酸化せずに強度を保ち続けることができる。



1-2. 繊維補強コンクリートとは

コンクリートは、乾燥や温度変化による収縮・膨張によってひび割れが生じる。建物や道路などにみられる小さなひび割れであっても、放置するとひびから侵入した雨によって内部の鉄筋が腐食し、膨張することでコンクリートを剥落させる。結果的に、強度が著しく低下してしまう。

そこで、ひび割れの発生や進行を防ぐ方法として「繊維補強コンクリート」が用いられている。繊維補強コンクリートは、コンクリートに合成樹脂や鋼繊維などを混ぜたもので、補強繊維がひび割れをつなぎとめる

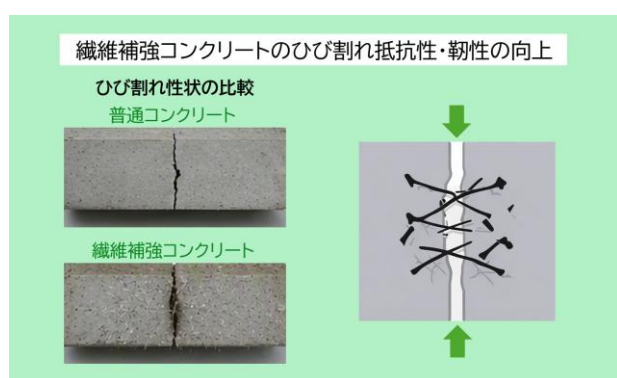
ことによって引張力を制御するものである。補強繊維の量や素材によっては鉄筋や鉄骨で補強されたコンクリートに匹敵する強度になるともされ、近年その利用が拡大している。建築物では、ファザード(建築物の正面部分)など意匠に使われていることが多く、土木構造物では構造部材として使われることが多い。実際に山梨県内でもリニア新幹線のトンネルに使用された実績がある。実際に混入している補強繊維は、鋼繊維や、炭素繊維、アラミド繊維など、強度や弾性率の高い合成繊維がよく使用されている。

土木構造物とは、道路や橋、ダム、トンネルなど、社会インフラを支える人工構造物の総称。

構造部材とは、基礎、壁、柱など建物の安全性を保ち、荷重を地盤へ伝えるために不可欠な部品。

アラミド繊維とは、軽くて強く、耐熱性・難燃性・耐薬品性に優れた高性能な合成繊維。

弾性率とは、材料の変形のしにくさを示す値で、応力とひずみの比例関係を表す定数。



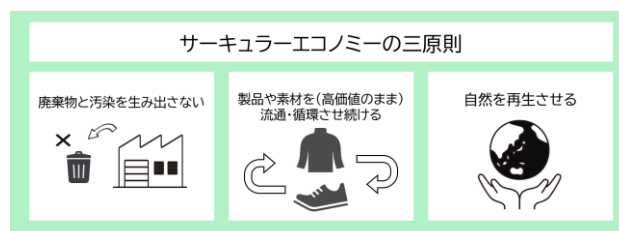
2. サークュラーエコノミーについて

2-1. サークュラーエコノミーとは

これまでの経済活動は、「生産→使用→廃棄」が主流であり、製品使用後やサービス利用後に大量の廃棄物が発生することまで考慮されていないこの考え方は「リニアエコノミー」と言われている。どのような製品やサービスであっても、採掘できる天然資源の量や、廃棄物の処理能力には限りがあるので、このスタイルの経済活動は長期的には持続不可能である。

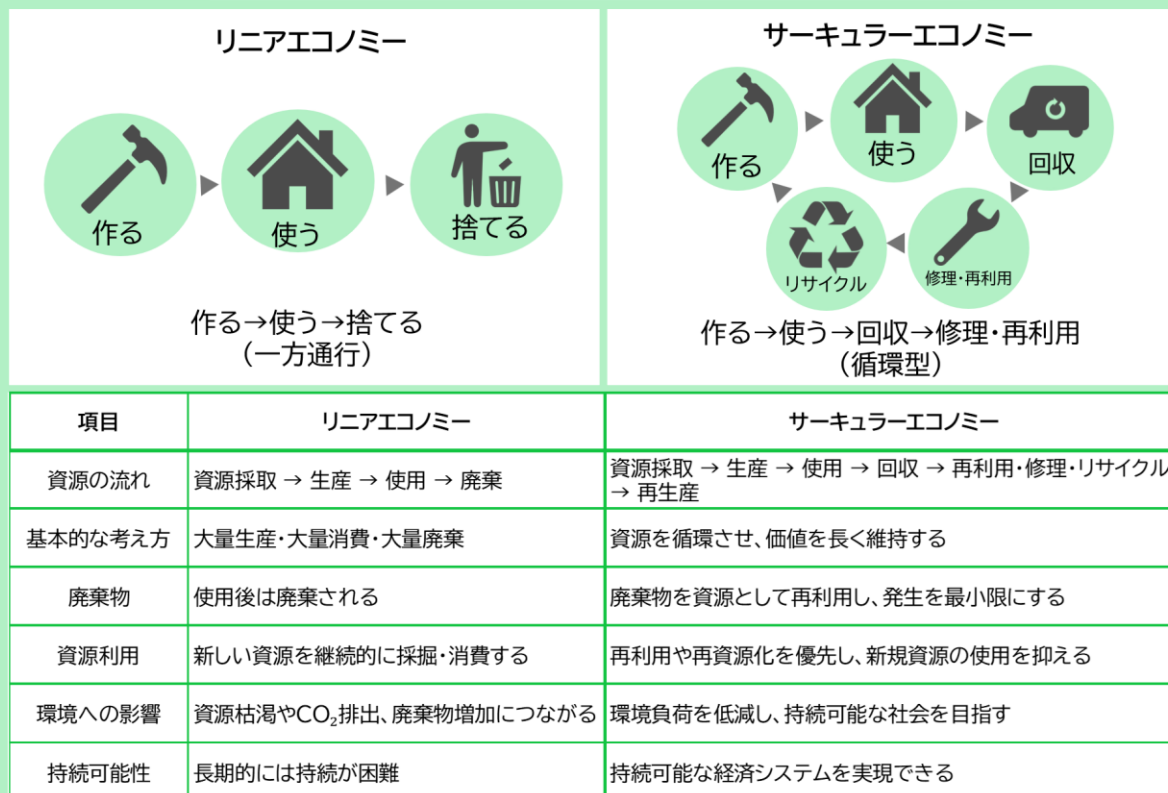
リニアエコノミーとは、資源の採掘から始まり、製品の大量生産・大量消費を経て、最終的に廃棄される一方通行型の経済活動を指す。資源の効率的な利用が考慮されず、環境負荷や廃棄物の増加を招くことが特徴。

それに対して、「サーキュラーエコノミー」とは、製品・素材・資源の価値を可能な限り長く保全・維持し、廃棄物の発生を最小化する経済モデルを指している。実現にはイギリスのエレン・マッカーサー財団が提唱する「サーキュラーエコノミーの三原則」が不可欠とされている。



エレン・マッカーサー財団とは、世界的にサーキュラーエコノミーの推進を目的とするイギリス拠点の組織である。

リニアエコノミーとサーキュラーエコノミーの違い



青州高校商業研究部が作成

2-2. サーキュラーエコノミーの推進とその意義

世界的な人口増加・経済成長に伴い、資源・エネルギー需要の増加や廃棄物の増加、地球温暖化などのさまざまな環境問題が深刻化し、大量生産・大量消費・大量廃棄を前提としたリニアエコノミーは限界を迎えている。そのため、資源投入や消費を抑えながら製品や資源を長く有効活用し、付加価値を高めるサーキュラーエコノミーへの転換が求められている。

1999年の循環経済ビジョンでは、最終処分場の不足や、資源制約、環境問題への対応を背景に、1R(リサイクル)から3Rへと取り組みを拡充し、リサイクル法の整備によって、廃棄物削減やリサイクル率向上を進めた。一方、2020年の循環経済ビジョンでは、線形経済の限界やデジタル技術の進展、環境意識の高まりを踏まえ、3Rを環境活動だけでなく、経済活動へ発展させ、循環型の製品・サービスの普及や、企業の自主的な取り組みを促進し、中長期的な循環システムの再構築を目指している。

循環経済ビジョンとは、日本の経済産業省が策定した政策ビジョンで、従来の「大量生産・大量消費・大量廃棄」のリニア型経済に代わり、資源を循環させる経済システムを目指すもの。

3Rとは、Reduce(リデュース)、Reuse(リユース)、Recycle(リサイクル)の資源循環型社会の構築に必要な3つの活動の総称。

3. 研究目標と仮説の設定

これまでの現状分析と繊維補強コンクリートの有用性から、本来であれば産業廃棄物として処理される繊維をコンクリートに添加し、新たな繊維補強コンクリートの開発をすることで、地域経済をサーキュラーエコノミーとして循環させ、活性化することを目指し、研究を進めていく。

研究目標および仮説を以下の通り設定した。調査・研究が終わった時点で検証をおこなう。

研究目標

サーキュラーエコノミーの実現と持続可能な地域社会への貢献

仮説

産業廃棄物の再利用・資源化技術とビジネスモデルを組み合わせることにより、地域の循環型経済を確立することができる。

今回の研究を通じて、廃棄繊維を添加したコンクリートは、繊維補強コンクリートとして成立するのか、取り組みを通じて地域経済を循環させることができるのか、私たちの力で、それを含めた新たなビジネスモデルを構築することはできるのかといった点を明らかにしていく。

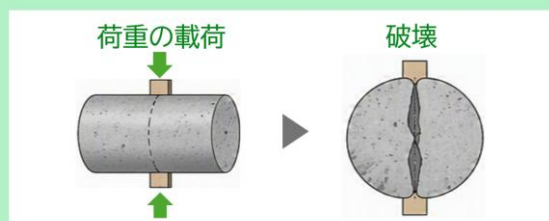
4. 企画立案

4-1. 繊維補強コンクリートの作製と実験

これまで研究してきた和紙や織物の廃棄繊維を活用した新たな繊維補強コンクリートの実用化や商品化に向けた研究を進めることで、廃棄物削減につながるだけではなく、自然素材を繊維として使用した環境に優しい繊維補強コンクリートを開発することができると考えた。

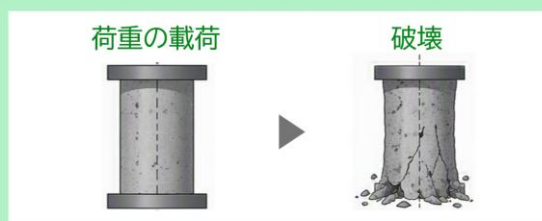
そこで以前、コンクリート排水の提供を受けた本校土木工学科に協力を要請し、繊維補強コンクリートの強度試験をおこなうことにした。強度試験は、以下の2種類について実施した。

割裂引張強度試験



円柱供試体の直径方向に圧縮荷重を加え、供試体を割裂させることで、コンクリートの引張強度を求める試験

圧縮強度試験



円柱供試体の軸方向に圧縮荷重を加え、破壊に至るまでの最大荷重から、コンクリートの圧縮強度を求める試験

荷重とは、物体に加わる外力のこと。

比較対象として、添加物のない供試体のほか、右図を添加した供試体を作製する。

和紙は、繊維が残っているがそのまま排水することのできる基準までろ過したものを有限会社山十製紙から提供をしていただき、添加した。織物繊維は普段燃えるごみとして廃棄している織物を有限会社田辺織物から提供をしていただき、繊維状に裁断した。さらに、自然素材の繊維として、木くず、竹くず、炭化させたコーヒーを添加したものを作製する。

実験に使用した供試体の添加物



供試体とは、コンクリートや土などの材料の強度を測定するために作成された試験片のこと。

4-2. サーキュラーエコノミーへの取り組み

私たちは以前、地域のコンクリート業者から出される排水を伝統産業である和紙作りに活用するビジネスモデルを構築した。もし、この方法で作った和紙の廃棄繊維を繊維補強コンクリートとして活用することができるのであれば、廃棄物を完全に循環させることができ、サーキュラーエコノミーの実現となるのではないかと考えた。また、サーキュラーエコノミーは、単純に3Rを実現する活動ではなく、モノのサービス化や製品の長寿命化、シェアリング、アップサイクルといった多様なアプローチが求められる。商品開発をし、販売し、消費するだけという「リニアエコノミー」につながる活動を減らしていくこととした。

4-3. 和紙ブランド「Co.n」のリブランディング

繊維補強コンクリートの実用化を目指していくと同時に、和紙ブランド「Co.n」についてもリブランディングをすることができるのではないかと考えた。

リブランディングとは、会社や商品、サービスの「ブランドのイメージや価値」を見直し、新しい魅力を伝えるために変えていくこと。

右図は、リブランディングのメリットである。

コンクリートの語源は「con(共に)」+「crescere(成長する)」であり、私たちの「Co.n」のブランドコンセプトと合致している。そこで、当初ブランディングした当時のストーリーや思いと合わせて、和紙だけではなく、私たちの開発する商品やサービスの総称として「Co.n」をリブランディングすることを考えた。

リブランディングのメリット

- ①認知度や信頼性が高まる
- ②新規顧客を獲得しやすい
- ③商品の魅力が伝わりやすい
- ④競合他社との差別化
- ⑤売上や企業価値の向上

第4章 実践

1. 繊維補強モルタルの強度試験

私たちは、土木工学科に協力を仰ぎ、「繊維補強モルタル」の供試体を作製し、割裂引張強度試験および圧縮強度試験をおこなった。

ここでは、モルタルに繊維状の材料を添加することで強度の向上がみられるかを確認するとともに、引張強度および圧縮強度への影響についても比較・検討することを目的とした。本研究は繊維補強コンクリートに関するものであるが、繊維の種類や添加量による影響を明確に調べるため、粗骨材(砂利)を含まないモルタル供試体を用いた。そのため、本報告書の試験に関する記述においては「コンクリート」ではなく「モルタル」という表現を用いる。

1-1. 供試体の作製

まず、割裂引張強度試験用、圧縮強度試験用、状態観察用の供試体をそれぞれ3本ずつ、計9本作製した。試験結果における外れ値の影響を低減するため、供試体は各条件について3本以上の奇数本とする必要がある。供試体の作製条件および手順は以下の通りである。

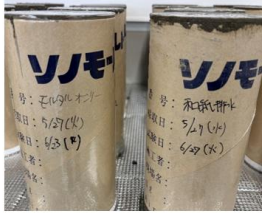
供試体の作製条件	
寸法	高さ200mm 直径100mm
配合条件	セメント:砂=1:3 水1767.2ml セメント3534.3cm ³ 細骨材8835.8cm ³
材料の質量	水1767.2g セメント11133.0g 細骨材23414.9g

供試体の作製手順



①供試体の準備

試供体の型枠にはソノモールドを使用。
(高さ200mm、直径100mm)



②表示の記入

各モールドの外側に、試験内容が識別できるよう
試験日、使用材料、実験日を記入。



③材料の計量および練り混ぜ

水、セメント、細骨材および添加材量を正確に計量し、
均一になるまで十分に練り混ぜてモルタルを作製。



④モルタルの投入(打ち込み)

作製したモルタルをモールド内に3層に分けて打ち込み、
各層を突き棒で約25回突き固める。
型枠側面を木づちで軽く叩いて気泡を除去し、最後に表
面をコテで平らに仕上げる。



⑤初期養生

打ち込み完了後は供試体を静置し、
振動や乾燥を避けながら初期養生を行った。



⑥水中養生

モールドから脱型後は、水中にて養生を行い、
十分な水分環境下でセメントの水和反応を促
進させた。

モールドとは、樹脂や金属を流し込んで冷却、硬化させ、製品の形を作るための型。

状態観察用の供試体については外気環境下に置き、乾燥状態における変化やひび割れの発生状況を観察した。

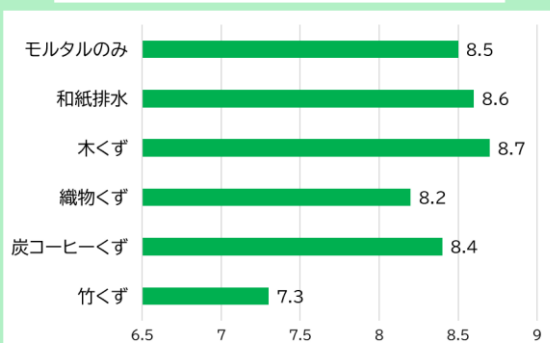


1-2. 強度試験の結果(1回目)

土木工学科の圧縮試験機という最大100トンの力をかけることができる機械を使い、作成した供試体の強度試験をおこなった。

供試体の直径方向に圧力をかけ、どれだけの引っ張る力に耐えられるかという割裂引張強度試験と、供試体の軸方向に圧力をかける圧縮強度試験をおこなった。6種類の供試体を3回ずつ試験し、外れ値を除いた平均値を算出した結果が次の通りである。

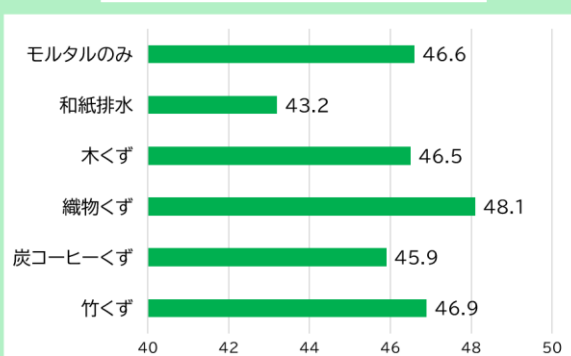
1回目の割裂引張強度試験の結果



青洲高校土木工学科と商業研究部が作成



1回目の圧縮強度試験の結果



青洲高校土木工学科と商業研究部が作成



横軸の「平均引張強度」「平均圧縮強度」は力をかけて破壊が起きた数値であり、3回の試験の平均値を示している。グラフ上では差があるように見えるが、どれも誤差とみられ、有意な差はみられなかった。

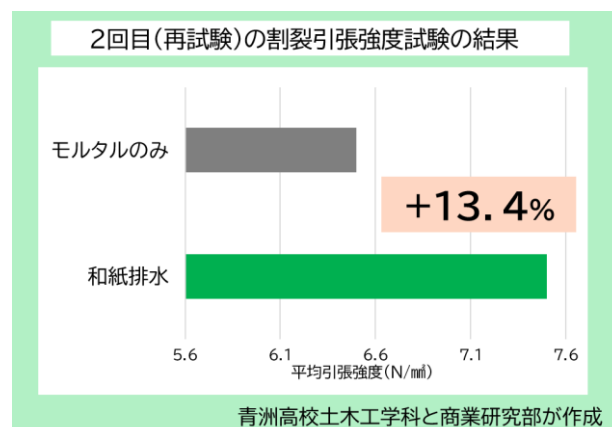
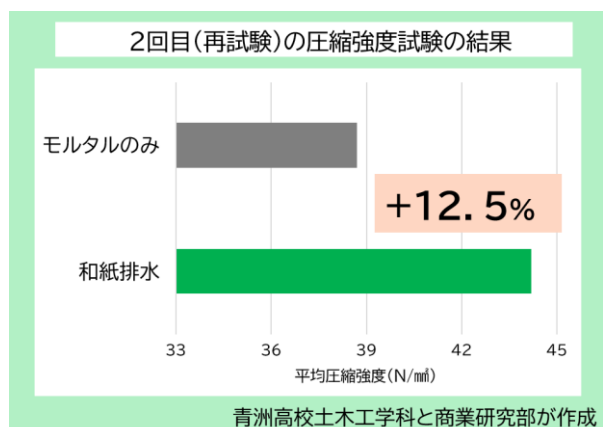
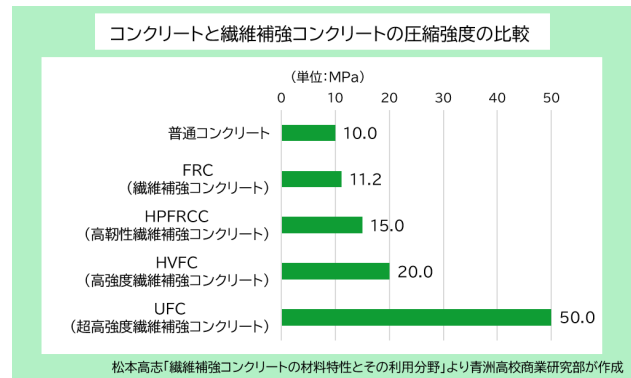
1-3. 強度試験の結果(2回目)

1回目の試験ではモルタルのみの供試体と、各繊維を添加した供試体の間に強度の有意差がみられなかった。実験結果を株式会社柳澤建設の柳澤晋平様に見ていただいたところ、必ず差が出るはずなので工夫をして再度試験をしてみるべきと助言をいただいた。また、山梨大学大学院総合研究部齊藤成彦様より、添加する繊維質の量や種類を工夫する必要があるとの助言をいただいた。

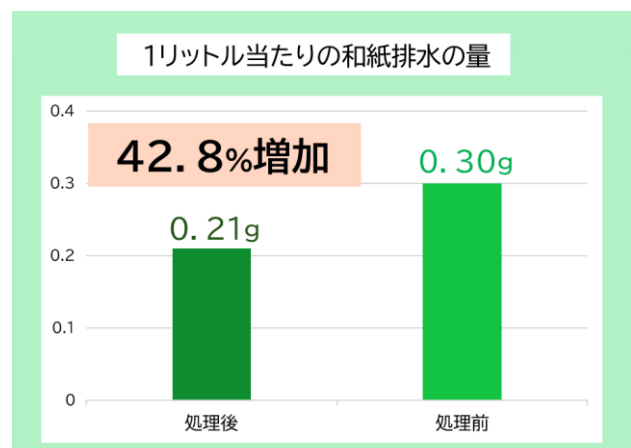
「繊維補強コンクリートの材料特性とその利用分野」(2012 松本高志)によると、繊維を添加していないコンクリートと繊維補強コンクリートの間には明らかな強度の差が生まれることがわかる。私たちはこのデータと、柳澤様・斉藤様からの助言をふまえて、必ず有意な差が生まれると考え、再試験をおこなうことにした。

再試験では、モルタルのみの供試体と、繊維の量を調節しやすい和紙繊維を添加した供試体のみを対象とし、割裂引張強度試験・圧縮強度試験をおこなった。添加する繊維について、1回目の試験では和紙作り後、河川に放流することのできる基準まで繊維濃度を下げるろ過処理をした排水を使用した。2回目の試験では、この処理をする前の排水を使用した。

その結果、両試験について和紙排水を添加した供試体の強度が大きく上昇し、モルタルのみの供試体を上回る結果となった。強度を表す数値に±10%以上の差がみられる場合、「有意差がある」と判断される。今回の圧縮強度試験では12.5%、割裂引張強度試験では13.4%の差がみられ、有意差があるという結果となった



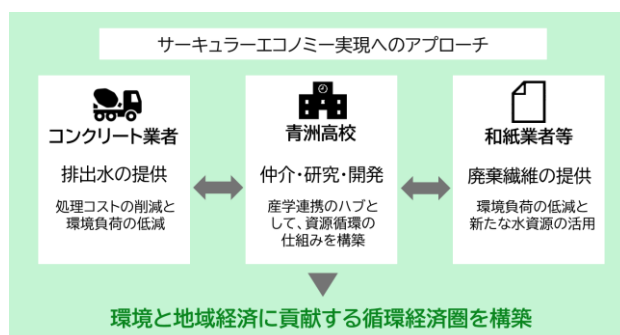
下図は、強度試験後に1回目・2回目に使用した和紙排水の繊維濃度を測定したものである。その結果、1回目に使用した排水処理後の水には1リットルあたり0.30グラム、2回目に使用した排水処理前の水には0.21グラムの和紙繊維が含まれており、処理前の水の方が42.8%多いことがわかった。このことから、柳澤様・斉藤様の助言の通り、和紙繊維の量(濃度)がモルタルの強度に影響した可能性がある。



5種類の廃棄繊維を添加したモルタルの強度試験では、モルタルのみの供試体との差はみられなかった。しかし、和紙繊維の量を増やした供試体を作製し、試験をおこなったことにより、強度の向上がみられ、和紙の廃棄繊維を活用した新たな繊維補強コンクリートを開発することがわかった。これまで、地域のコンクリート業者から排出されたコンクリート排水を和紙業者に提供し、和紙作りに活用する取り組みを続けてきたが、今度はその和紙業者から排出される廃棄繊維(排水)をコンクリートに業者に提供し、新たな繊維補強コンクリートの開発につなげていく。

2. サークュラーエコノミーへの取り組み

これまでの研究および今回の試験により、地域の産業で排出された廃棄繊維を互いに再利用できることがわかった。私たちの役割は、コンクリート業者と和紙業者などの廃棄繊維を持つ業者の両者をつなぐハブとしてアプローチしていくことである。研究を続け、啓発や実用化に向けた取り組みをおこなっていくことが、環境と地域経済に貢献するサーキュラーエコノミーの構築につながる。

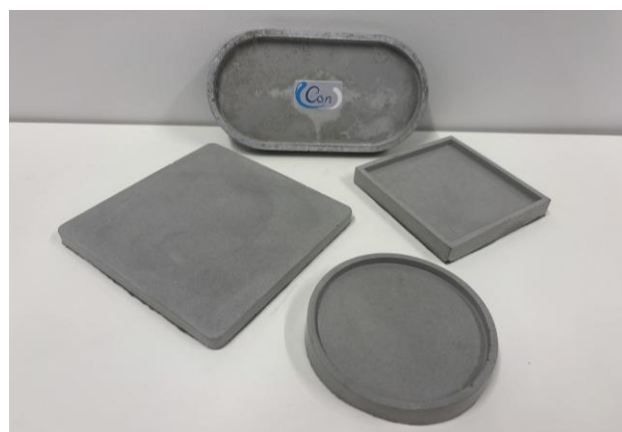


3. 和紙繊維補強コンクリートを活用した商品開発

和紙排水を活用した繊維補強コンクリートの有用性が確認できたため、商品開発をおこなうことにした。繊維補強コンクリートは、トンネルや橋梁といった特にひび割れの防止や強度が必要な場所に活用されている。しかし、和紙繊維補強コンクリートはまだ強度が実証されておらず、まずは廃棄される和紙繊維が繊維補強コンクリートとして活用できるということを知ってもらうため、小規模な商品開発をおこなうことにした。

ターゲットを私たちのワークショップに訪れる方々とし、低価格で開発でき、多くの方に手に取ってもらいやすい「コースター」「鍋敷き」「小物入れ」といった商品を展開することにした。これらの商品の4P分析を左下図の通りおこなった。

また、開発した商品は8～10月に開催されたイベントで販売し、右下図の通り利益をあげることができた。



Produce (製品)

- ・和紙繊維を混入した環境配慮型コンクリート
- ・一般的なコンクリートより割れにくい
- ・一つ一つの表情が異なるハンドメイド感
- ・和風・ナチュラルなインテリアとの相性がいい

Price (価格)

500円

- ・手に取りやすい価格設定で、日常使いしやすく、ギフトにも最適なワンコイン商品

Place (流通)

- ・ターゲットとなる人に直接届けられる場で、商品の魅力や背景を伝える
- ・和紙関連の展示会
- ・環境・SDGs関連イベント
- ・地域のマルシェやクラブフェア

Promotion (販売促進)

- ・SNSで制作風景や商品の魅力を発信し、若い世代へアプローチ
- ・リブランディングによるPRを行い、コンセプトやパッケージデザインを見直し、ブランド価値を向上
- ・クチコミによって、使った人の感想や紹介を広げ、信頼・共感を生む

コンクリート商品の損益計算書

I 売 上 高		31,500
II 売 上 原 価		
1. 期首商品棚卸高	0	
2. 当期製品製造原価	3,255	
合 計	3,255	
3. 期末商品棚卸高	0	0
売 上 総 利 益		28,245
販売費及び一般管理費		0
営 業 利 益		28,245

4.「Co.n」のリブランディング

これまでアピールできていなかった和紙ブランド「Co.n」だが、リブランディングにつながる取り組みとして、昨年度開発した和紙糸タオルにロゴ入りのタグを施し、ほかのタオルとの差別化を図ると同時に、シンプルな見た目にポイントを加えた。このタグはループ状になっており、サウナ等でフックにかける際に、周囲の人からも見えるようになっている。このタグにより、フックにかけられるという機能性の向上と、クチコミの発信というブランド・ロイヤルティにつながるができる。



ブランド・ロイヤルティとは、特定のブランドの製品を購入して満足するうちに、徐々にそのブランドに対して持つようになる愛着のこと。

リブランディングは、ロゴやパッケージの変更といった刷新だけではなく、時代や顧客・社会に起こっている状況の変化に合わせて、ブランドの存在意義や存在価値を問い直すプロセスである。

「Co.n」はあくまで、コンクリート排水を活用して作った和紙商品のブランドと位置付けていた。しかし今回、和紙に留まらず、私たちがおこなっている産業、環境、地域経済への貢献に向けたプロジェクト全体を「Co.n」としてリブランディングしていくこととする。リブランディングによるブランド要素の変化は右図の通りである。

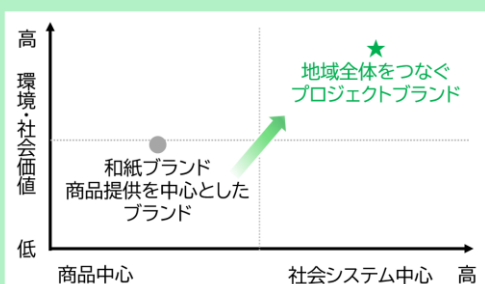
「Co.n」のリブランディングによるブランド要素の変化

項目	Before(和紙ブランド)	After(地域循環プロジェクト)
ブランド階層	商品ブランド	プロジェクトブランド
ブランドストーリー	コンクリート排水から和紙をつくる	地域資源をつなぎ循環をデザインする
キーワード	和紙・伝統・アップサイクル	循環・共創・再生・地域連携・持続可能性
提供価値	提供商品の魅力	地域循環システムの循環
社会的意義	産業物削減	地域循環共生圏の形成

また、市場におけるポジショニングの変化は以下の通りである。

「Co.n」のリブランディングによるポジショニングの変化

項目	Before(和紙ブランド)	After(地域資源循環プロジェクト)
Co.nの位置づけ	コンクリート排水を活用した和紙ブランド	地域資源循環を推進するプロジェクトブランド
ブランドの役割	環境に配慮した和紙商品の提供	地域の資源をつなぐプラットフォーム
主な価値	エシカルな和紙製品	資源環境・産業連携・新産業創出
提供対象	商品購入者	企業・行政・地域社会
活動領域	和紙製造・販売	和紙・コンクリート・地域共創
競争優位	排水活動による独自性	異業種連携による循環モデル構築
成果	和紙製品の開発	和紙商品・環境配慮型コンクリート・地域環境プログラム
ビジョン	環境に優しい商品づくり	持続可能な地域循環社会の実現



さらに、これらを伝えるため、「Co.n」のコンセプトムービーを作成し、ワークショップの来場者に視聴してもらったり、Instagramで配信したりした。これまで単なる和紙商品のブランドだった「Co.n」の現在のコンセプトやポジションを伝えることができた。



第5章 成果と検証

1. 繊維補強コンクリートの成果

1-1. 繊維補強コンクリートの強度試験の成果

和紙や織物、木くずなどの廃棄繊維を混ぜたモルタル供試体の強度試験をおこなった結果、1回目の試験ではモルタルのみの供試体との間にそれぞれ強度の差はなかった。しかし、和紙については繊維の量を増やすことによって、強度が高くなることがわかった。

従来の繊維補強コンクリートは、鋼繊維や合成繊維などを配合しているため、使用した建造物の安全性は重視されるが、環境に配慮しているとは言えない。しかし、和紙繊維を添加することで強度の維持・向上が見込め、実用化することができるとすると、「自然対応型コンクリート」としての開発可能性が期待できる。かつて、鹿島建設株式会社では、コンクリートの製造段階で植物繊維を配合させることで保水力を向上させた「ウェットコンクリート」の開発をおこなっていた。コンクリートに土と同様の吸水、保水、蒸発散の機能を備えることで、乾燥化による粉じんや花粉などの飛散防止につながっている。



鹿島建設株式会社
「KAJIMAダイジェスト2007年2月『特集：進化するコンクリート』」より転載

試験をおこなったことにより、和紙繊維補強コンクリートにおいては、従来の繊維補強コンクリートと比較し、強度での差別化が不可能であったとしても、環境に優しいコンクリートとしての実用化につなげられる可能性を見出すことができた。今後、試験や試作を重ね、コンクリート業者に提案する準備をしていく。

1-2. 和紙業者・織物業者における廃棄物の成果

山梨県内の和紙業者においては、平均で年間8,933トンの和紙繊維が混ざった排水が発生している。また、織物業者においては平均で年間433kgの廃棄繊維が発生している。

仮に、環境に優しい繊維補強コンクリートが実用化し、すべての廃棄繊維を繊維補強コンクリートに活用するとなると、これらを100%削減することが可能になる。

和紙業者における排水量

平均 8,933トン
▼
0トン
100.0%
削減

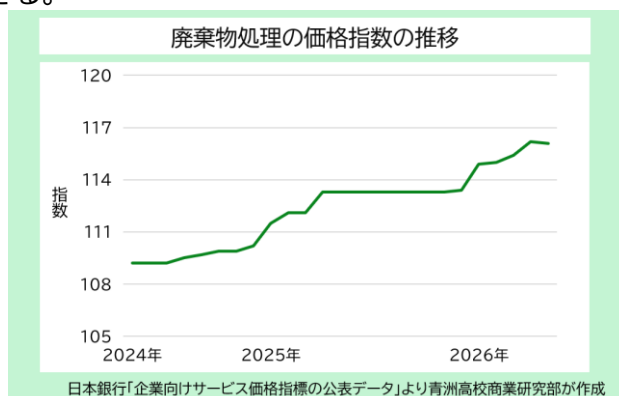
織物業者における廃棄繊維量

平均 433kg
▼
0kg
100.0%
削減

さらに、和紙業者は和紙の繊維が混ざった排水を廃棄する際、繊維のろ過を繰り返しおこなうことで、自治体の基準に沿った濃度に下げてから用水路や浄化槽に流している。

カセン和紙工業株式会社では、このろ過した繊維部分についても廃棄物として処理している。1回目の強度試験に使用した排水は、外部に流すことのできる基準までろ過したものであったが、2回目はあえてろ過する前の和紙繊維の多いものを使用した。これを繊維補強コンクリートとして活用することにより、廃棄物の量だけでなく、濾す作業の手間も削減することができる。

さらに、ごくわずかではあるが、これらの廃棄物を処理するのにかかるコストについても削減することができる。日本銀行の「企業向けサービス価格指数」によると、産業廃棄物処理の価格指数は年々上昇し続けている。昨今のエネルギー価格高騰やそれによる物価高を受け、今後もその傾向は続いていくとみられるが、再利用によって廃棄物処理のコストを抑えることができる。



1-3. 環境に優しい繊維補強コンクリートの市場価値

廃棄繊維を添加したコンクリートの強度や活用範囲、需要などが未知数のため、AIによって市場価値についての分析をおこなった。まだまだ課題が多く、また、あくまでAIによる分析であるが、今後も実用化に向けて挑戦し続けることが重要であると考えます。

AIによる環境に優しい繊維補強コンクリートの市場予測

現在の日本の繊維補強コンクリート関連市場は約150～280億円規模と推定されており、予測成長率は年4～8%程度である。仮に、天然繊維由来、CO₂削減効果、耐久性が既存品同等以上、コストが同等以下といった理想的な材料だとすると、単なる繊維補強コンクリートの市場とは異なる場所で展開される。

日本は、森林資源が豊富、竹害問題、製紙業が強いという特徴がある。耐久性問題を解決することができれば、単なる建材ではなく「日本発のグリーンインフラ材料」として海外展開も可能である。

その場合の企業価値は、

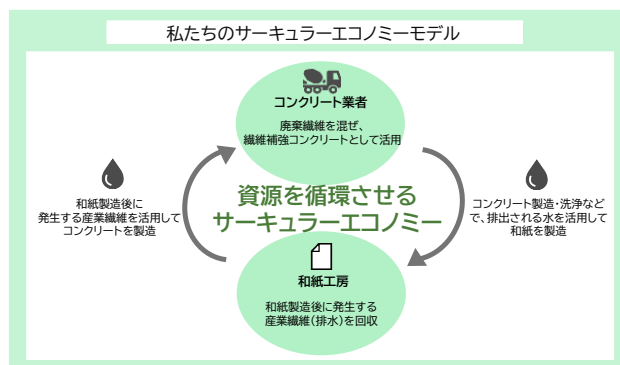
売上 100～300億円

時価総額 500～1500億円

クラスまで十分狙えるテーマである。最大の壁は市場規模ではなく、50年以上の耐久性をどう証明するかであり、そこを突破できれば市場価値は一気に跳ね上がる可能性がある。

2. サークュラーエコノミーの成果

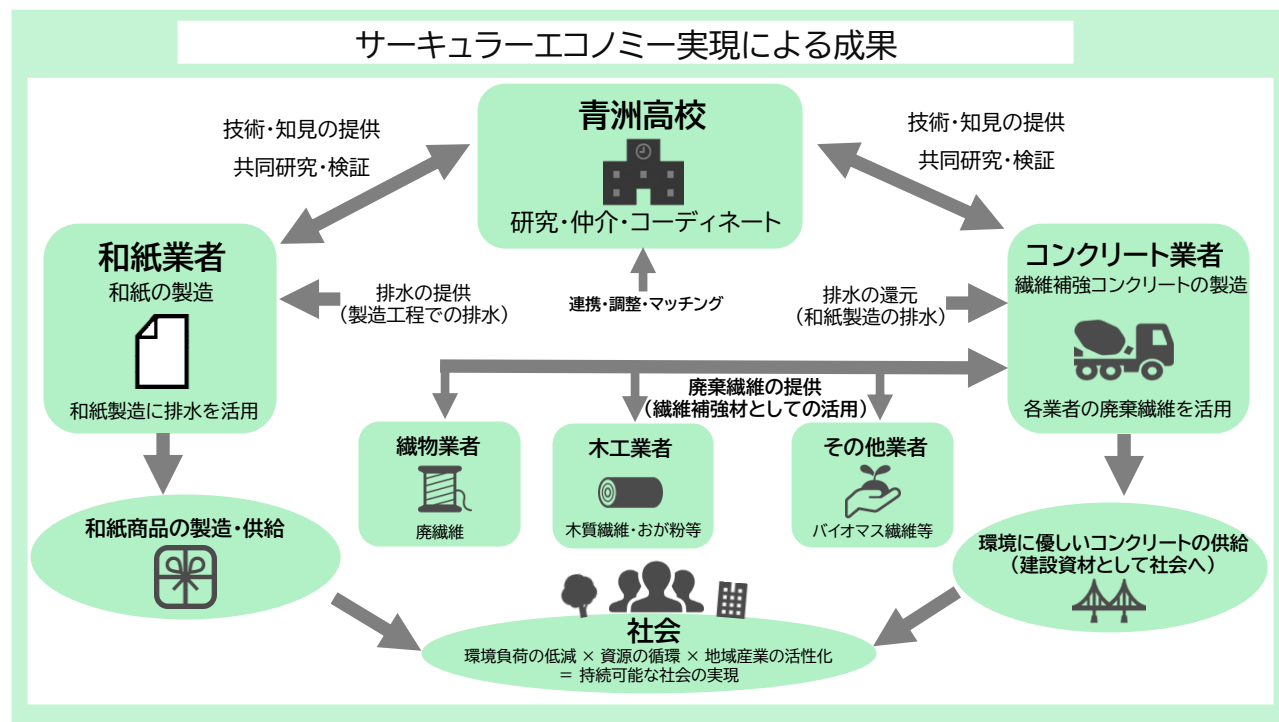
今回、和紙業者や織物業者などから排出された廃棄繊維をコンクリートに添加し、新たな繊維補強コンクリートの開発に着手することができた。和紙についてだけで言えば、3年前からコンクリート排水を和紙作りに活用する取り組みを継続しているが、これでコンクリート排水と和紙排水（繊維）の両方を再利用することができ、廃棄物を完全に循環させることに成功した。今回の研究も山梨県内のコンクリート業界および和紙業界から注目していただいている。今後は再びコンクリート業者と和紙業者をつなぎ、このビジネスモデルを構築することで、サーキュラーエコノミーとして実現させることができる。



さらに、コンクリート業者と和紙業者の排水を提供する橋渡しになるだけにとどまらず、私たちが中心となり、織物業者や木工業者など地域の事業者を結び付けることで、廃棄物を活用する循環型のビジネスモ

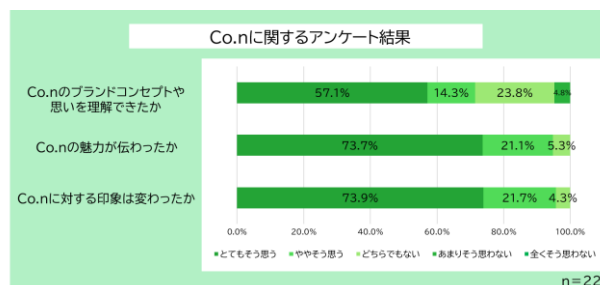
デルを構築することができた。具体的には、廃棄繊維を回収し、繊維補強コンクリートの原料として活用する仕組みを実験により検討・実証した。また、地域産業間の新たな連携を生み出し、地域社会に貢献するきっかけ作りをすることができた。

さらに、コンクリート排水を活用した和紙商品の開発・販売を継続すること、自然素材の繊維を活用した繊維補強コンクリートの提案をおこない、それらの実用化に向けて挑戦し続けることで、社会との新たなつながりを生み出し、広げることができた。



3.「Co.n」のリブランディングによる成果

リブランディングによる効果測定には数か月から1年単位での時間がかかるが、ワークショップにおけるプロモーション後、アンケート調査をおこなった。コンセプトムービーを視聴してもらうことで、「Co.n」の魅力や思いを多くの方に伝えることができたと考えられる。今後もこれまで参加しているイベントに積極的に参加し、和紙商品のブランドとしてではなく、伝統産業、環境、地域経済への貢献に向けたプロジェクトとしての「Co.n」を積極的にPRしていきたい。また、適宜効果測定をおこない、リブランディングによる成果を検証していきたい。



4. 研究の検証

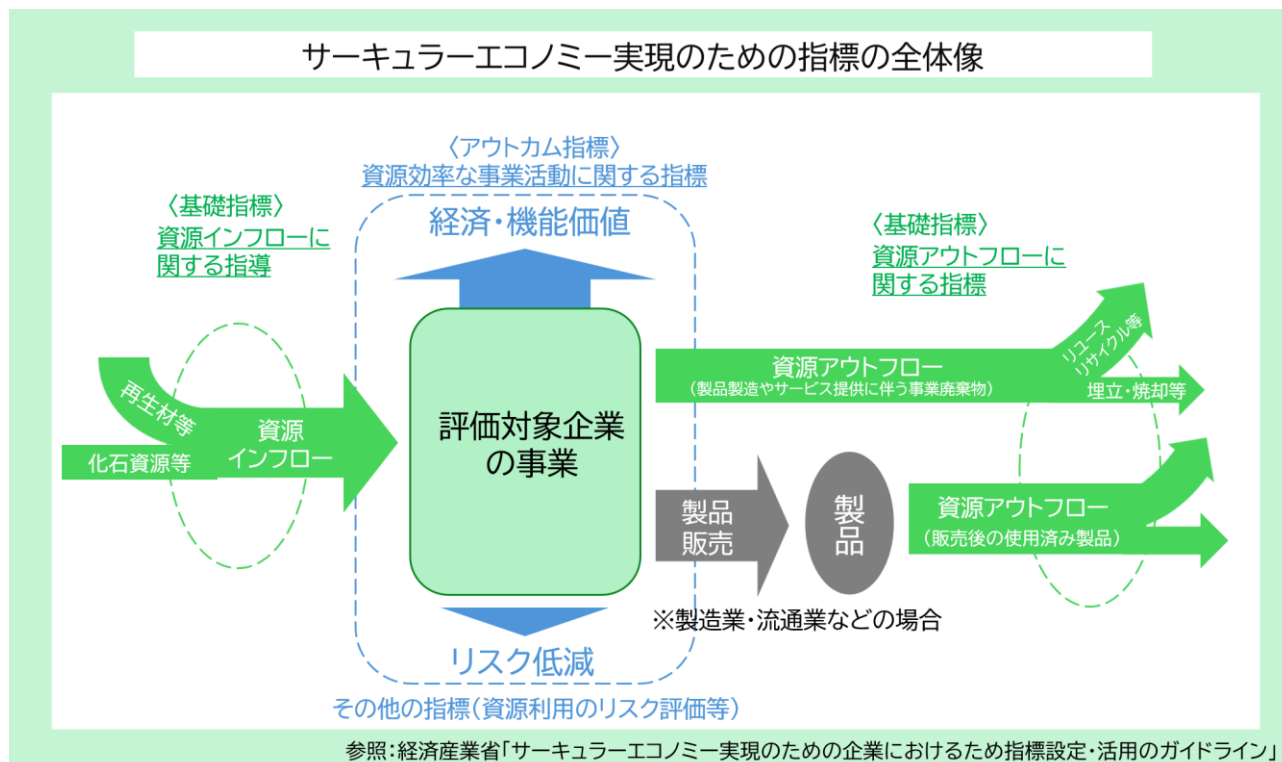
4-1. 仮説の検証

仮説

産業廃棄物の再利用・資源化技術とビジネスモデルを組み合わせることにより、地域の循環型経済を確立することができる。

これまでの活動を踏まえ、研究の検証をおこなった。これまでの研究を発展させ、和紙や織物等の廃棄繊維を活用し、繊維補強コンクリートの提案とそれによる地域社会のつながりを生み出すことを目指した私た

ちの取り組みはサーキュラーエコノミーの実現へとつながったのか、上記の仮説が成立しているかを検証するため、経済産業省「サーキュラーエコノミー実現のための企業における指標設定・活用のガイドライン」の4分類を参考に、簡易的な指標を作成し、評価をおこなった。「サーキュラーエコノミー実現のための企業



における指標設定・活用のガイドライン」によると、サーキュラーエコノミーの指標は、マテリアルフローに関する基礎指標(資源インフロー・資源アウトフロー)を基本的な情報とし、企業が最終的に目指す方向を図るため資源効率的な事業活動に関する指標を用いる。また、活用する資源の希少性が高い場合は、その資源の調達のリスクに関する指標を用いる。

マテリアルフローとは、物や材料が活動やシステム内でどのように移動・利用・排出されるかを示す「物の流れ」のこと。**インフロー**は外部から組織やシステムへ物が流入すること、**アウトフロー**は組織やシステムから外部へ物が流出すること。

簡易的な指標では、1:未実施、2:試行段階、3:一部実施、4:全面的に実施、5:先進事例とし、35点満点とした。評価指標に基づいて評価をおこなったところ、総合評価は25点となり、今回のプロジェクト全体はサーキュラーエコノミー(循環経済)実現の第一歩となったと言える。また、今回の取り組みを LCA の観点から AI 分析した結果、排水処理の削減や、繊維補強コンクリートに本来使用される合成繊維を製造しないこと、繊維の焼却処理をしないことにつながり、右図の通り年間約7.55トンの CO₂ の削減に寄与する可能性があることがわかった。これは、スギの木に換算すると536本分になる。



LCA(ライフサイクルアセスメント)とは、製品やサービスの資源調達から生産、流通、廃棄、リサイクルまで含めた一連の流れで生じる環境負荷を定量化し、評価する手法のこと。

さらに、これまでの活動が地域をつなぐ「共創型プロジェクト」として成立しているか、「コレクティブインパクト」の評価を用いて検証をおこなった。評価の対象（プレイヤー）を、青洲高校、和紙業界、織物業界、コンクリート業界と設定した。評価は青洲高校、外部評価者としてコンクリートの専門家である、山梨大学大学院総合研究部 斉藤成彦様よりいただいた。以下は、5段階評価の平均値を算出したものである。

1 共通のアジェンダ		評価 4.0
参画したすべてのプレイヤーが課題に対する共通のビジョン・認識を持って行動している。		
青洲高校とプレイヤーの一部が、「サーキュラーエコノミーの実現」という目標に向かい、共通のビジョン・認識を持って活動することができている。		
2 評価システムの共有		評価 3.5
すべてのプレイヤーが測定方法や各々の成果を測定・報告し、さらなる改善を行っている。		
青洲高校と他のプレイヤー間での測定の成果等は常に報告されているが、すべてのプレイヤー間で情報共有がされているとは言えない。		
3 相互の活動の補強		評価 4.0
さまざまなステークホルダーが集い、それぞれの強みを生かして活動を相互に補強している。		
産学官が連携し、それぞれの役割を明確化して強みを発揮することができている。		
4 継続的なコミュニケーション		評価 4.0
プレイヤー同士が継続的・恒常的なコミュニケーションを図っている。		
青洲高校がパートナーシップを構築することで、プレイヤー間での新たな連携が生まれた。		
5 活動を支えるバックボーン組織		評価 4.5
すべてのプレイヤーの活動を把握する専任のスタッフがいる組織が存在する。		
現時点で、すべてのプレイヤーの活動を把握し、中心となっているのは青洲高校であるが、各業界内で連携があり、バックアップを受けることができている。		
5項目の評価の平均値を総合評価として算出したところ、4.0となった。このことから、今回のプロジェクトは共創型ビジネスモデルとして成立していることがわかった。「サーキュラーエコノミー実現の評価」とあわせて、私たちの活動が地域の循環経済に良いインパクトを与えていることを見出すことができ、仮説の立証をすることができた。		
		総合評価 4.0

4-2. 目標の検証

研 究 目 標

サーキュラーエコノミーの実現と持続可能な地域社会への貢献

これまでの研究で、コンクリート排水を活用して和紙作りをおこなってきたが、今回、その和紙排水などの廃棄繊維を活用した繊維補強コンクリートを作製し、強度試験をおこなった。試験の結果、ろ過処理前の和紙の繊維を添加したことによりコンクリートの強度が上がり、自然繊維を活用した繊維補強コンクリート開発の可能性を見出すことができただけでなく、産業廃棄物の削減につなげることができた。これにより、

廃棄物を完全に循環させることに成功した。

また、これまでの和紙に関する研究や商品開発の活動、今後目指す自然繊維を活用した繊維補強コンクリートの実用化によって、パートナー企業以外の企業や社会とつながり、サーキュラーエコノミーの実現とともに、地域社会の産業、環境、経済への貢献につなげることができた。

繊維補強コンクリートの実用化にはまだ多くの課題が残るが、廃棄物や経済の循環に向けて活動を継続していくことが、持続可能な地域社会への貢献につながっていると考え、目標を達成することができた。

4-3. 外部評価

私たちがおこなった実践とそれによるサーキュラーエコノミーの実現性、持続可能な地域社会への貢献度と今後の可能性について、山梨大学大学院総合研究部教授 斉藤成彦様より評価をいただいた。

山梨大学大学院 総合研究部 教授 斉藤 成彦 様



地域で排出される産業廃棄物を再利用するサーキュラーエコノミーを実現し、地域の環境と経済に貢献することを目標としたもので、大変重要な取り組みであると評価できます。また、青洲高校を拠点として、地域のステークホルダーとの間に共通認識が醸成されつつあることも高く評価できます。自然由来の繊維を混入した環境に優しいコンクリートの開発については、繊維の物理特性の分析や繊維補強コンクリートの有用性の評価など、今後のさらなる研究が期待されます。

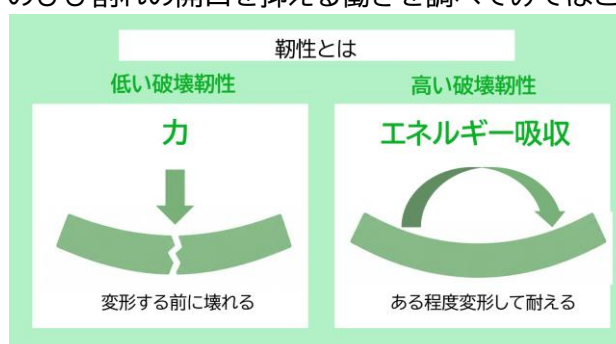
コンクリートの専門家である斉藤様より「大変重要な取り組み」と評価していただいたことで、今回の研究の有用性および今後の研究の方向性を確認することができた。

第6章 課題と今後の展望

1. 和紙を活用した繊維補強コンクリートの開発と提案

和紙繊維を添加した供試体の強度試験をおこなったところ、添加物のないモルタル供試体よりも強度が高くなり、これに活用することにより廃棄物の削減につなげることができるということがわかった。

今回の試験結果について、斉藤様より、「コンクリートのひび割れの開口を抑える働きを調べてみてはどうか」との助言をいただいた。これは、コンクリートの「靱性試験」によって調べることができる。靱性試験は土木工学科の設備でおこなうことが難しいため、外部の企業や試験機関に依頼する必要がある。今後、さらに試験を重ね、実用化に向けた需要の把握や実現可能性について山梨県コンクリート工業組合様に依頼し、検討を重ねていきたい。

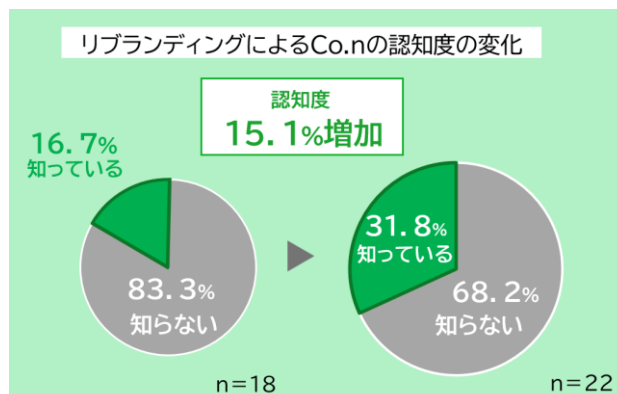


靱性(じんせい)とは、材料が力を受けたとき、破壊に至る前にどれだけのエネルギーを吸収できるか(曲がるか)を示す性質のことで、材料の「粘り強さ」を表す指標である。

2. リブランディングの効果測定の継続

今回の実践で、和紙商品のブランドとしての「Co.n」ではなく、私たちの伝統産業、環境、地域経済への貢献に向けたプロジェクト全体を「Co.n」としてリブランディングしていくこととした。

あらためて、ワークショップの参加者や Instagram のフォロワーに向けて知名度の調査をおこなったところ、少しずつではあるが向上がみられる結果となった。しかし、私たちの活動に興味を持ってワークショップに参加してくれたり、Instagram をフォローしたりしてくださっている方々の間でも、まだ知名度が十分にとは言えない状況であることもわかった。より一層多くの方々「Co.n」を知っていただく取り組みを進めていく必要があると認識した。



ブランド知名度向上のための取り組み

- ・強みを明確にし、ターゲットを絞る
- ・ブランドイメージを統一する
- ・コンテンツマーケティングをおこなう
- ・クチコミを増やす
- ・顧客体験を向上させる
- ・効果の測定をする

3. パートナシップ企業の拡大

今回は、有限会社山十製紙およびカセン和紙工業株式会社の和紙排水と有限会社田辺織物の廃棄繊維、株式会社木の国サイトの木くずなどをコンクリートに添加した。私たちが廃棄繊維の提供を受けた企業以外にも、まだまだ多くの活用されない廃棄物が存在すると思われる。

素材によっては繊維が大きすぎて逆にひび割れを生じさせたり、コンクリートが固まる過程の水和反応を阻害してしまったりと懸念点もあるが、地域の様々な事業者とつながり、強度試験を継続していきたい。また、引き続き和紙商品の開発・販売活動等を継続することで、新たなつながりを生み出していきたい。

第7章 おわりに

サーキュラーエコノミーは、製品や資源をできるだけ長く利用し、廃棄物そのものを減らすことで、環境負荷を抑えながら経済成長を目指す考え方である。コンクリート排水を活用した和紙作りから出た廃棄繊維をさらにコンクリート作りに活用することで、廃棄物を削減し、完全に循環させることに成功しただけでなく、強度を上げ、商品としての可能性を見出すことができた。

本研究を通じて、サーキュラーエコノミーは単なる環境保護のための活動ではなく、未来の社会や経済のあり方そのものを見直す重要な考え方であると感じた。これからの社会を担う世代として、この問題に関心を持ち続けるとともに、自分自身にできることを考え、行動に移していきたい。そして、限りある資源を次の世代へ引き継ぐことのできる持続可能な社会の実現に貢献していきたい。最後に、私たちの研究に協力してくださった皆様に、この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 笹尾俊明「循環経済入門 ー廃棄物から考える新しい経済」
- 岩瀬泰己・岩瀬文夫「図解入門よくわかる最新コンクリートの基本と仕組み 第5版」
- 明石雄一「おもしろサイエンスコンクリートの科学」
- 実教出版「土木施工」
- 菊田貴恒・三橋博三「繊維補強コンクリートの用語の定義と各種繊維材料」
- 松本高志「繊維補強コンクリートの材料特性とその利用分野」
- 鹿島建設株式会社「特集:進化するコンクリート」
- 環境省「産業廃棄物の排出及び処理状況等(令和5年度実績)」
- 経済産業省 産業技術環境局 資源循環経済課「循環経済ビジョン2020について」