「リグノフェノール接着剤を用いた紙飛行機づくり体験」にたずさわって
～隠岐高等学校による隠岐ジオパーク研究にて～

地域戦略研究所 安井裕彦

隠岐高校が実施しているジオパーク研究にて「リグノフェノール接着剤を用いた紙飛行機づくり体験」を学生と共に企画・実施した。具体的に、この体験は紙をリグノフェノール接着剤で補強及び貼り合わせて紙飛行機をつくり、小学生がカラーリングして、飛ばして遊ぶ体験型の環境学習コンテンツである。この体験の狙いは、紙飛行機で楽しみながら、隠岐の森林資源やバイオマス利用の大切さ並びに地球温暖化等の環境問題を学べる点である。

リグノフェノールとは、隠岐の島町布施地区にあるバイオマス実証設備で木材のリグニン成分（木材成分の 30 %にあたる）を抽出し、世界で初めて安定化して量産的に取り出すことに成功したバイオマスで、三重大の舩岡教授が開発した素材である。このバイオマスはプラスチックの機能性添加剤や接着剤など様々な用途開発が可能な素材で、石油代替資源として期待されている。我々は、島内の林業活性化のために処理に困る松枯れ木や間伐材等の未利用材を原料として、量産化プロセスの開発や商品化を実施し、事業化モデルの構築を目指している。

▲ 布施地区リグノフェノール製造実証プラント

▲ リグノフェノール

使用するリグノフェノール接着剤は、シックハウス症候群の危険性のある化学薬品（ホルムアルデヒド等）を含まない、自然素材の製品である。シックハウス症候群とは、屋内の空気中の化学物質が原因で頭痛やだるさなどの体調不良が起こる現象で 1990 年代に社会問題となり、接着剤中のホルムアルデヒドの飛散が起因とされている。現在、建築材に関して、この規制ができ被害が収まったが、家具材等の木工製品への規制はなく、未だに被害がでている。家具や木材遊具などの木工製品の分野においては、これらの化学物質を使用しない安全・安心な自然素材の接着剤が求められており、リグノフェノール接着剤は、ここをターゲットとして開発中である。

▲ リグノフェノール接着剤（室温１日間で接着）

今回設計した紙飛行機は、環境学習において良い教材となりうる。この紙飛行機は全て木からできている。木は大気中の二酸化炭素を吸収してできた有機物なので、燃焼しても、地球温暖化の原因とされている二酸化炭素濃度の増加に寄与しない。また、この紙飛行機は、容易に紙とリグノフェノールを分離でき、それぞれが再利用できることや土に埋めると分解する生分解性の性質がある。このような観点から、この紙飛行機は環境学習には欠かせない地球温暖化・森林資源（バイオマス）の利用・リサイクル・生分解性プラスチックなどについても学習効果が期待できる。

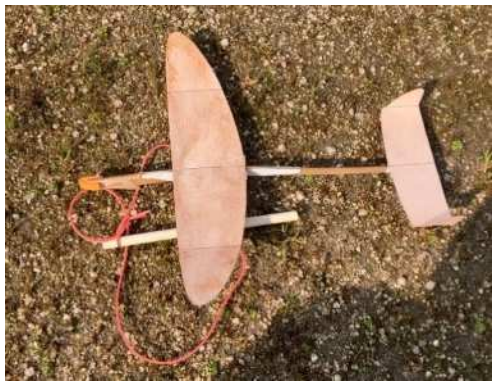
「紙飛行機づくり体験」は、隠岐高校のジオパーク研究の一環で高校生と共に企画した。隠岐ジオパーク研究とは、ユネスコ世界ジオパークに認定された隠岐を題材に、地域の魅力と地域課題を理解し、自分たちにできることをチームで企画し、地域課題解決案を提案するものである。今回は隠岐にしかない自然素材「リグノフェノール」を用いて隠岐の魅力を伝える「体験型コンテンツ」を目指して、月1回程度の協議（2023年6月～2024年3月）が始まった。

▲ 隠岐高校での協議

体験の内容決めは、非常に難航した。この内容はリグノフェノールを活かし、高校生が出来ることの中で決める必要がある。また、主体は高校生なので、私は高校生がアイデアを出しやすい環境づくりに尽力した。その結果、隠岐の子供達を対象とした「飛行機づくり体験」が今年の1月に決まった。

紙飛行機の設計に関しては、高校生や私も知識や経験が浅かったので、資料を集め、学びながら、試作を重ねた。紙飛行機の設計は、㈱AOZORAのホワイトウイングNo.554を参考にしたが、市販の紙飛行機の紙や木材の材料は、非常に洗練されており、特殊で集まらないので、設計や紙材料の選定を変える必要があった。紙材料は地域のホームセンターで集めやすい一般的なものを用いた。紙飛行機の設計のポイントは軽量化・強度向上・湿気対策であり、紙材料の選定と紙に希釈したリグノフェノール接着剤を染み込ませることによる強度向上と防水加工が重要となった。その結果、飛行時間は最長15秒、飛行距離は50 mを超える機体もでてきた。

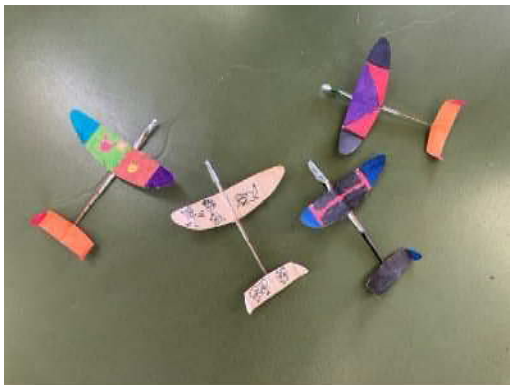
▲ ホワイトウイングスNo.554（㈱AOZORA）


▲ リグノフェノール紙飛行機

体験は実験的に西郷小学校 1～3 年生の親子を対象に声をかけて、2024 年 3 月 9 日に 1 時間程度で実施した。スタッフも人数も少ないので、参加人数は計 5 組の親子に限った。体験では、子供達も非常に楽しんで取り組んでいた。体験終わりのアンケート結果は、満足度が高く（全員が満足度 100%）、環境学習として理解度も比較的高かった（全員が学習理解度 80%）。課題も残ったが、非常に価値のある取り組みとなった。また、2024 年 3 月 14 日には今回の取り組みをジオパーク研究最終発表会にて、高校生が発表した。発表では、質疑応答も多く、聴衆の注目もあったと感じた。

製品化において、原料から製品そして、それを利用するまでを川の流れで例えて表現する。私は特に上流部分である原料（木材）→製品原料（リグノフェノール）→製品素材（バイオプラスチック）の作成までを主に携わってきた。今まで最後の下流である消費者の顔（利用することろ）をみることがあまりなかったので、体験に参加した子供達が喜んで紙飛行機で遊ぶ姿はとても印象的で感動した。新しい価値をつくり、それを他者が喜んでくれることが“ものづくり”の醍醐味だと改めて感じた。このような経験ができたのは、今回ともに考えてくれた隠岐高校の学生やサポートしてくれた先生・隠岐高校魅力化コーディネーターのおかげである。この場をお借りして、協力して頂いた関係者に敬意を表し、感謝申し上げたい。

▲ 子供たちが飛行機をカラーリング

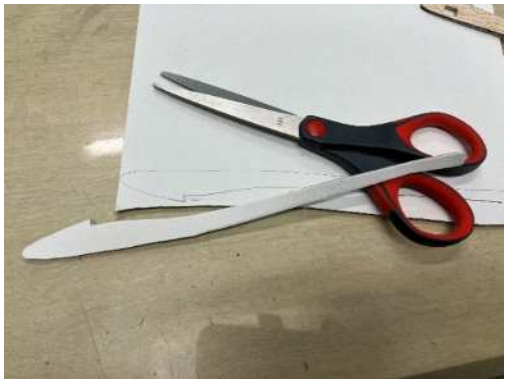


▲ 子供たちがカラーリングした LP 紙飛行機

▲ 紙飛行機の飛行様子（羽の角度やバランスを工夫）

▲ 西郷小の親子とスタッフ集合写真

【リグノフェノール紙飛行機 作成手順】



① 紙をハサミでカッティング

② 紙を接着剤希釈溶液で浸し、乾燥

③ 紙部品を接着剤で接着

④ 接着剤が乾燥すれば、完成（一晩）

▲ 隠岐高校学生が作成した体験チラシ

▲ ジオパーク研究最終発表スライド