



環境イベントで活躍する「MEC I A」



燃料電池車「MEC I A」

一 MEC I Aプロジェクト始動

本校は、平成一四年度にエネルギー教育実践校に指定され、平成一五年には、スーパーエンバイロメントハイスクールとしてそれぞれ3年間の指定を受けた。地域および校内に根ざしたエネルギー・環境教育の実践研究を行うことが主たる目的であった。環境・エネルギーに関する取り組みの一つとして、環境にやさしい燃料電池の取り組みをはじめた。この取り組みから後に本校の代名詞となるMEC I Aプロジェクトは始まった。

その取り組みは

(一) 環境・エネルギー等の啓発活動に活用できること

(二) 本校の独自の技術にこだわること

(三) 一つの部や科ではなく、全校の有志を募ったメンバーで構成することなどを柱とした。

その第一弾として、平成一五年度に啓発活動用の乗用燃料電池カーの「MEC I A」を製作した。MEC I Aとは機械科のM、電気科のE、工業化学科のC、情報技術科のI、建築科のAという五科の頭文字をとってつけた名前である。五科のそれぞれの特徴や専門性を活かして車体関係を機械科、電気系統を電気科、ボディー・カウリング・燃料関係を工業化学科、デザイン関係を建築科、制御関係を情報技術科が担当した。

完成した「MEC I A」の仕様を次に示す。

燃料電池	75 W	12 V
水素ボンベ	65リットル×2本	
時速	5〜6 km	
全長	1800 mm	車幅 900 mm
車重	45 kg	

カーボンファイバー製カウリング

当時、研究校の指定や課題研究において、学科を越えて全校での協力体制を作った取り組みは珍しく各方面から注目された。この後の学科間連携、異校種間連携の流れの先駆けとなった。

この「MEC I A」は完成から九年を経た現在も小学校の総合学習や地域の環境イベントで新しいエネルギーの啓蒙に役立ち、子供たちにも大人気である。

二 第二弾 「スーパーMEC I A」

「MEC I A」製作に携わった残りの数人が、「ここまできたらレースにでれるなあ？」といったことから新メンバーを募り、燃料電池カーレースに挑戦することになった。

平成一六年夏、第二弾としてカーボンダイレクトモーター方式で「スーパーMEC I A」の製作にとりかかった。

「スーパーMEC I A」が進化した一番の特徴は車体の構造である。「MEC I A」は主にアルミ材を組み合わせて骨格を作り、その上にカウリングをかぶせていたが、それでは重すぎてとてもレースには勝てない。そこで構造材としてはじめてカーボンハニカム複合材を使用した。これは紙が蜂の巣状構造に成型された機能材料（ペーパーハニカム）の上面と下面にカーボンシートをサンドイッチすると非常に軽量で高い剛性を持った素材となる。しかし航空機等の部材に使用されるなど高価であるために入手が困難であった。また提供する企業も本校の技術のレベルを計りかねて協力が否定的であったが、連絡を重ねることで本校の技術力を理解して協力が得られることとなった。しかし、カーボンハニカムを自作する工程には多くの問題が待ちかまえていた。



疾走するスーパーMECIA



運転姿勢も変わり、車高が低くなった



カーボンハニカムにより「ウルトラMECIA」のモノコックボディを製作しているところ



スチロール型から「ウルトラMECIA」のメス型を製作しているところ

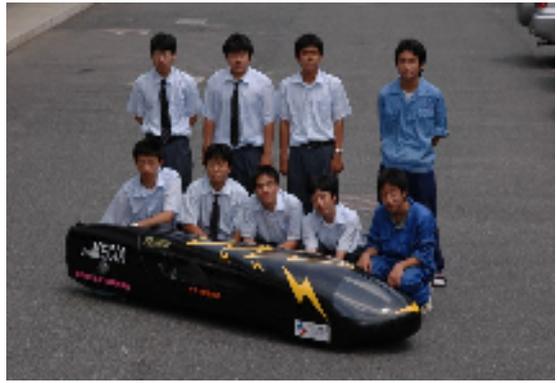
三 第三弾 ウルトラMECIA

大会の結果を振り返って見て、次のような反省点があった。ダイレクト工法で製作したために車重が35kgと重くなり、最高速度も28kmしかでなかったこと、変速機がないために発進時にかなりの負荷がかかり、燃料の消費量が多く電気の有効利用回路が必要であること、等であった。

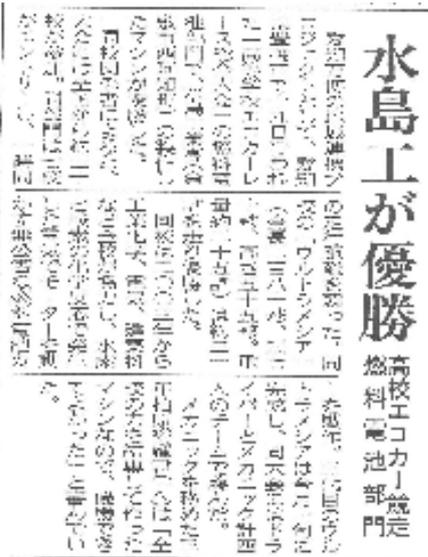
新たなレースカーの製作が始まったのはレースが終わってすぐのことだった。改良よりも全く新しい車を作ることで意見は一致して、デザインから見直すこととなった。前輪を小さくして空気抵抗を小さくした。スチロールの原型ができあがったときにはその流線型の美しいフォルムにみんな見とれていた。大きく製造方法が改良された点は、ダイレクトモデル工法からメス型工法にしたことである。メス型

カーボンシートとハニカムを接着する樹脂とその量、塗布と接着方法、硬化温度と硬化時間などである。それらの問題を一つ一つ試作しながら解決して市販のものと同じ強度を持ったカーボンハニカムを作る技術を修得することができた。この材料を使ってモノコックボディとすることで車体重量を大きく軽減した。

そして、完成した「スーパーMECIA」をもって平成一六年八月二五日に開催された東海地域高等学校エコカーレース総合大会（愛知県豊橋市）に臨んだ。しかしながら、全国の壁は厚く、4位という思わぬ結果となってしまい、開発に携わった生徒と教員はとても苦しい思いをした。しかし、帰りの車中では早くも来年の大会に向けての改良の話で盛り上がっていたそうで、水工伝統のチャレンジ精神がむくむくとわき上がってきた瞬間である。



上 優勝したウルトラMEC I Aと制作者たち  
左 優勝の快挙を伝える山陽新聞の記事



工法に変えることでカーボン繊維に含まれる余分な樹脂を取り除くことができ、車体の軽量化に大きく貢献できる、万一失敗しても繰り返し車体を製作することができる点である。しかし、一体成形で樹脂を完全に硬化させるために車体がすっぽりと入る高温炉を作る必要があるなど、新たな技術的課題が次々と現れた。また自動車用の変速機を改良して取り付けることでスタート時の電力の消費を押しえることができた。

時間のない中で生徒と教員が協力して問題を解決しながら、目標とする重量25kgの車体が完成したのは八月のお盆の前、レースまで数日というぎりぎりの状態だった。完成した「ウルトラMEC I A」の仕様を次に示す。

- 燃料電池 75W 12V
- 水素ボンベ 65リットル×2本
- 最高時速 35km
- 全長 2700mm 車幅 680mm
- 車重 25kg
- カーボンハニカム製モノコックボディー

笠岡湾干拓地の笠岡ふれあい空港で直前の試走を行った。最初颯爽と走っていた「ウルトラMEC I A」は途中から変調をきたした。そのとき原因ははっきりしなかったが、学校に帰って電気系統の不具合だということが判明した。懸命の修理で何とか異常を回避できたが、すぐに大会会場に出発しなければならなかったため、ぶっつけ本番となった。スタッフには大きなプレッシャーとなった。

また、今回の取り組みを地元のくらしきケーブルテレビが製作の段階から、大会当日までほぼ一年間

の密着取材を行っていた。一時間のドキュメンタリー番組を製作すること、大会会場に取材陣が乗り込んできた。このこともスタッフの大きなプレッシャーの一つになっていただろう。

平成一七年八月一九日愛知万博の協賛記念全国高等学校エコカーレース総合大会が開催された。スタッフは前日遅くまで当日のシミュレーションを繰り返していた。レースがスタートした。ドライバーの乗り込みに多少手間取ったが、「ウルトラMEC I A」の美しい流線型の車体が滑るように走り出していった。大会前の心配が嘘のように快調に走行する。ドライバーから「時速35km出ました。」と無線で報告を受けたとき、ピットにいたスタッフは全員優勝を確信した。「ウルトラMEC I A」は一時間で一周2.7kmのコースを一〇周し、あと少しで一一周というところでタイムアップした。二位を大きく引き離しての優勝だった。水工伝統のフロンティア精神、パイオニア精神、チャレンジャー精神が大きく実を結んだ瞬間だった。生徒の表情に大きな達成感と喜びがあふれていた。

平成一八年一月一四日に開催された二〇〇六工業高校テクノフォーラムで5科の代表生徒が「夢を追い求めて」メシア・プロジェクト」と題してこれまでの取り組みを発表した。研究発表の部で最優秀賞を受賞することができた。喜びが更に広がった。

#### 四 第四弾 BDFMEC I A

エコカーレース総合大会が終わって次の目標が話題となって、BDF（バイオディーゼル燃料）を使ってエコランの大会に出場してはとの声が上がった。エコランとはいかに少ない燃料で長い距離を走るかを競う大会である。BDFについて理解を深めても



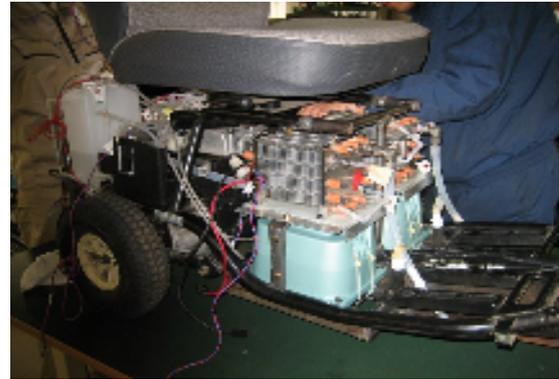
環境イベントで活躍する  
BDF MECIA



ゴルフカートを分解し、ディーゼル  
エンジンを取り付けたところ



中学校の環境学習の中で活躍する  
ゴールデンMECIA



ゴールデンMECIAの座席の下に取り  
付けたダイレクトメタノール型燃料電池

らうにはもってこいであるが、日頃の啓発活動に利用するには、隣に乗ってもらえるゴルフカートのよ  
うなものが良いのではとの意見で一致した。  
近隣のゴルフ場より廃棄するゴルフカートを譲り  
受けディーゼルエンジンに積み替えた。エンジンは  
メーカーが本校の主旨に賛同して新品を提供してく  
れた。この「BDF MECIA」は「MECIA」  
とともに小学校の総合学習や地域の環境イベントで  
活躍し、BDFの啓発に大きな役割を果たしている。

##### 五 第五弾 ゴールデンMECIA

「MECIA」に搭載している水素型燃料電池は  
燃料の水素ガスの取り扱いに注意が必要である。工  
業化学科の課題研究で長年取り組んでいるダイレク  
トメタノール型燃料電池（DMFC）やダイレクト  
エタノール型燃料電池（DEF）は約3%のアル  
コール溶液で発電することができるので安心である。  
この燃料電池を使って高齢者が利用しやすい福祉  
用電動車を作製しようというアイデアが持ち上がった。  
従来使用されてきた福祉用電動車の駆動電源は  
鉛蓄電池などが用いられており、電池容量により走  
行距離の制約があった。DMFCを電源とすること  
でメタノール溶液を補給すればいくらかでも走行でき  
、排気ガスもクリーンであるという特徴がある。

平成一八年一〇月から製作がスタートした。心臓  
部の燃料電池はメーカーよりセルスタック（12V、  
100W）を二台調達し、直列に接続した。限られ  
たスペースの中に燃料電池、モーター、ラジエター  
、制御装置などを配置するのに相当苦労した。平  
成一九年三月に完成し、創作展に展示された。報道  
各社も注目し、新聞、テレビに取り上げられて話題  
となった。



桁の強度試験



エアロMECIAの1/3模型



完成した水平尾翼のメス型



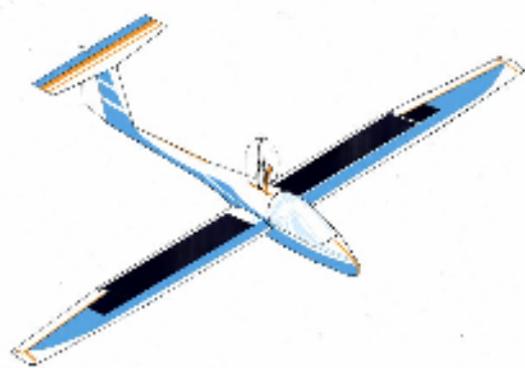
水平尾翼のスチロール型から  
メス型を作るところ

六 夢はさらに、大空への挑戦「エアロMECIA」平成二四年度に本校は創立五〇周年を迎えるにあたり、これまでの五科の生徒・教員の連携による「MECIA」プロジェクトの伝統を踏まえ、新たな活気のある水工の象徴となる次のMECIAを製作するプロジェクトを平成二一年に発足させた。

構想として登場したのが、これまでのMECIAで培ってきたカーボンハニカムの技術を更に高めて、機体を炭素繊維複合材で作る、動力源として太陽電池、燃料電池、リチウムイオン電池の3つを組み合わせる世界初の環境に優しい有人トライブリッド飛行機「エアロMECIA」である。

何故飛行機なのか・・・？ はじめの発想は単純だった。陸はウルトラMECIAで挑戦した。海は過去にソーラーボートやFRP製のボートを製作して挑戦した。次は空だ。しかも世界中で誰も作ったことのない飛行機を作りたい。まさしく水工伝統のフロンティアスピリッツから生まれたアイデアである。平成一九年に、軽飛行機の免許を持ち、前任校で人力飛行機を製作して飛ばせた実績のある、知識の豊富な教員が転動してきたことも要因としてある。

しかし、本当に出来るのだろうか、飛ぶのだろうか。不安は大きかった。いや、今でも大きい。車は故障すれば止まってしまうだけだが、飛行機は落ちる。人の命にかかわる。プロジェクトを始めるに当たり何人かの有識者や経験者に相談すると、九九%無理だろうと言われた。しかし、技術を高め、技術を極めれば必ずできるはずだ。関係者の思いがその一点で一致した。技術への挑戦、工業高校の限界を打破したい、それが将来のものづくり、ひとづくりにつながる、その願いが無謀とも思えるプロジェクトを突き動かした。



生徒が作製したエアロMECIAのデザイン



創作展に展示された胴体のスケルトンモデル  
(ガラス繊維製)

すぐに部員を募集して活動を開始した。主力となるのは入学したての一年生で、平成二二年度は五名からスタートした。平成二三年度は科を越えて総勢が一七名となり平日も、休日も遅くまで頑張る姿は将来の優秀な技術者を予感させている。

しかし、飛行機の製作経験がない我々にはすべての工程において一から試験を行って部材の強度を確認することから始めなければならなかった。新素材を使用するのデータもなければ、技術書もなかった。我々の製造法の特徴は企業と異なり、新素材を安価で簡便な方法で製造する技術の開発にある。ほとんどの部品を作るための治具から作る必要があり、さしずめ新たな飛行機工場を立ち上げている感がある。

飛行機の構造で最も大切な部位は翼を支える桁である。機体重量を250kgと想定し、四倍の重力に耐えることができる強度が必要とされた。カーボンハニカム素材を三枚貼り合わせ、カーボン繊維で何層かに巻く方法でテストを繰り返した。機体本体との接合方法も苦心した。桁の1m先に約1tの重量をかける強度試験を行った。桁がしなりながらもその重量を支えたときには生徒たちは抱き合っており喜んだ。行く手に少し明るい光が見えたような気がした。

紙面の関係で多くは書けないが、その他、翼や胴体のメス型作り、カーボン複合材料の真空成型技術、高性能の燃料電池、ソーラーパネル、リチウムイオン電池とモーターの調達、操舵装置の開発など数限りない場面で同じように苦心しながら進めてきた。特筆すべきは一つの問題を解決する毎に生徒と教員の技術がレベルアップしたことだ。多くの場面で生徒の持つ潜在的な可能性の大きさに感心するとともに、それを引き出す側の教員の責任の重さを痛感している。

また、今回のプロジェクトを進めるにあたり、地元だけでなく全国の多くの企業や関係の方々にも物心両面から多大な協力を頂いている。プロジェクトの主旨を説明させていただくと、快く貴重なアドバイスを提供いただいたりしている。これはひとえに本校のものづくりと人づくりへの期待の表れであり、もっともっと頑張りたいと激励されていると感じている。限られた予算の中でのプロジェクトであるため感謝の念に堪えない。関係各位に改めてお礼申し上げます。

完成予定のエアロMECIAの仕様を次に示す。

ウルトラライトモーターグライダー

全長 6.5m 両翼 12m

総重量 (パイロットを含む) 250kg

モーター 15kW

プロペラ径 1.3m

リチウムイオン電池 5.6kWh

燃料電池 1kW

ソーラーパネル 600W

平成二三年度までの進捗状況は、

(一)機体 型取りは全て終わり、それぞれの部位の試作品により強度試験を行っている。

(二)駆動部 バッテリーとモーターによる推進力の試験を行っている。

(三)電装 三種の電流の制御部を設計している。

(四)操舵 実物大模型により部品を製作している。

以上のような状況で、創立五〇周年の記念となるよう完成に向けてラストスパートで製作を行っている。完成のあかつきには笠岡ふれあい空港での試験飛行を計画している。大空を飛ぶエアロMECIAを夢みながら・・・

坪井 輝明、服部 亮一