

京機短信

KEIKI short letter

No.368 2022.05.05

京機会(京都大学機械系同窓会) tel. & fax. 075-383-3713

E-Mail: tanshingenko@keikikai.jp

URL: <http://www.keikikai.jp> 編集責任者 吉田英生

目次

- ・ series わたしたちの研究(14) 推進工学研究室……江利口浩二 (pp. 2-9)
- ・ series わたしの仕事 (41) 千代田化工建設株式会社……宮前卓磨 (pp. 10-15)
- ・ 会員著書紹介 奥島 透「日本一小さな航空会社の大きな奇跡の物語」……吉田英生 (pp. 16-17)
- ・ 昔の地図 (その1) 淡路島西海岸(前編)……藤川卓爾 (pp. 18-24)
- ・ ディミトリ・ティオムキン—ウクライナが生んだハリウツドの巨匠……吉田英生 (pp. 25-26)
- ・ **Coffee Break @Zoom**のご報告……米田奈生、清水桜子 (pp. 27-28)
- ・ 桂キャンパス機械系3専攻研究室マップ…… (p. 29)
- ・ 京都大学フォーミュラプロジェクト KART 月例活動報告書(2022年度2-3月期) (pp. 30-37)

2008年5月30日(金) 東福寺 通天橋の青もみじ

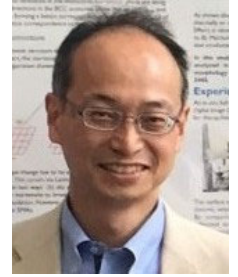
東福寺は紅葉の名所として知られています。伽藍の北には洗玉澗という溪谷があり、下から上へ「臥雲橋」、「通天橋」、「偃月橋」(えんげつきょう)という3本の橋が架っています。



©京都を歩くアルバム <http://kyoto-albumwalking2.cocolog-nifty.com/>

わたしたちの研究 (14) 推進工学研究室

江利口浩二 (H1/1989卒)



1. 自己紹介～再び京都大学にお世話になるまで～

私は昭和60年4月に本学工学部機械系学科に入学し、平成元年に工学部物理工学科を卒業、平成3年(1991年)に本学大学院工学研究科物理工学専攻を修了しました。卒業論文、修士論文は物理工学専攻物性分工学研究室の藤本孝先生にご指導いただきました。当時の研究室には、吉田キャンパス本部構内以外に北部構内に実験室(プラズマ実験棟)があり、私はプラズマ実験棟でWT-IIIトカマクプラズマ中の水素や不純物元素の分光計測手法[1]を学びました。藤本孝先生はじめ、研究チーム内では末満英俊先生、当時研究チームの先輩だった現信州大学の澤田圭司先生にも大変お世話になりました。修士課程修了後は、松下電器産業株式会社(現パナソニック株式会社)に入社しました。大阪府守口市にあった半導体研究センターに配属され、「プラズマ」という縁もあり、当時(1990年頃)日本が世界を席巻していた大規模シリコン半導体集積回路の製造工程の1つであるプラズマ加工の開発を担当しました。グロー放電領域に属する低温プラズマを用いれば、大規模集積回路製造に必須の超微細加工が実現されます。いわゆるナノテクノロジーでは、最小加工寸法は入社当時0.5 μm でしたが、昨今話題となっている最先端半導体デバイスの加工では10 nm以下にまで進化しています。

その後、次世代のプラズマ加工技術を開発する中で、プラズマ加工を経たデバイス材料(特に絶縁膜)の特性劣化が問題となり、絶縁膜の経時的破壊現象を明らかにして劣化を防止するプラズマ源の開発に携わりました。環境にも恵まれ、この頃から学会・論文発表[2-4]の機会が増え、藤本孝先生に再びご指導いただき、平成16年1月に学位を取得しました。平成17年には、富山県魚津市にある工場で、最小加工寸法65 nmの大規模集積回路の量産化を経験しました。それら集積回路の信頼性に関わっていたこともあり、それら集積回路が搭載されたブルーレイレコーダー(ディーガ:DIGA)は高価でしたが購入しました。現在も自宅で問題なく動作しており、開発・信頼性の責任者として安堵しています。量産化を経験後、縁があって、平成17年7月に本学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻の現在の研究室に助教授として採用されました。当時、教授として研究室を運営されていた斧高

一先生(2016年3月に定年退職されました)には大変お世話になりました。

2. 京都大学着任後～プラズマと固体との相互作用の研究～

私が学生の頃は、航空宇宙工学専攻とは縁がなかったのですが、現在の研究室でプラズマ応用をテーマとした研究を進めることになりました。当時の推進工学研究室は、居室は吉田キャンパスに、実験室は宇治キャンパスにありました(図1)。

この時に、初めて宇治キャンパスの詳細を知ることになりました。建物(超空気が学実験室)は私と同じくらいの「年齢」で古く、様々な小動物が実験室に現れることもありま



図1 宇治キャンパス内にある航空宇宙工学専攻超空気が学実験室の外観(左)と実験室(右)

した(現在も現れます)。推進工学研究室では、斧高一先生とともに、プラズマと固体との相互作用の基礎的理解や電気推進器の高信頼性化に関する基礎研究をはじめました。現在プラズマは様々な分野で利用されています。多くの場合、何らかの容器(チャンバー)内で放電が行われ、プラズマ自身は固体壁と接します。低温プラズマと固体壁との相互作用を人工的に所望の反応系に設計・制御することで、前述のナノスケールの超微細加工が実現されます。例えば小惑星探査機「はやぶさ」などに搭載されているイオンエンジンは低温プラズマを利用した電気推進器に分類されます。容器壁やイオン加速電極はプラズマと接することで損耗し、推進器信頼性を制約します。一方で、宇宙産業分野では高信頼性を目的とした人工衛星の超小型化が着目されています。超微細加工に代表されるプラズマ応用とナノテクノロジーをうまく応用展開することで、これらの要望に応えることができるという考えのもと、研究を進めています。斧高一先生が定年退職された後、2016年7月から現在の立場で研究室を運営しております。2022年2月時点で研究室には、占部継一郎助教(2018年4月～、図2)と松本雅子秘書(非常勤)のスタッフと、博士後期課程4名(含:社会人1名)、修士課程6名、学部4年生4名が在籍しています。学生諸君は、桂キャ

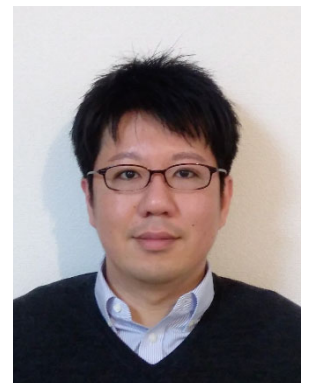


図2 占部継一郎助教

ンパスと宇治キャンパスを往来しながら研究活動を行っています。教員は、講義は吉田キャンパスと桂キャンパス、実験は桂キャンパスと宇治キャンパスという状況で、どこかで忘れ物をすると大変です。

現在のわれわれの研究テーマは大きく分けて以下の3つです。

(1) プラズマと固体との物理的・化学的相互作用に関する研究

例えば、セラミック材のような絶縁体材料がプラズマと接するとその絶縁特性が劣化します。そもそもの要因は、絶縁体材料中に形成される局所的な電子状態が想定外となった構造(欠陥)です。大規模集積回路製造でこの欠陥形成機構はプラズマダメージと呼ばれています[5]。プラズマダメージには電氣的、物理的、光学的相互作用の3つのメカニズムがあります。絶縁体材料であれば、トンネル電流や微分電気容量を指標にして、そのメカニズム理解に迫ることができます。半導体材料も同様で、電氣的インピーダンスを指標にすることができます。図3で示す誘導結合型プラズマやマイクロ波プラズマを用いて、照射するイオンのエネルギーおよびフラックスを制御し、絶縁体や半導体材料表面近傍数nmに形成される改質層(ダメージ層)を種々の手法(図4)で解析し、

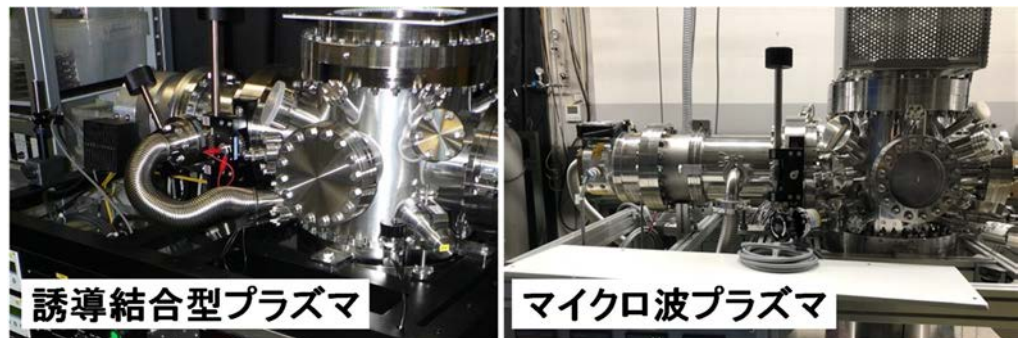


図3 当研究室で大活躍の2つのプラズマ発生装置

そのメカニズムの解明を目指してきました。これまで、微分電気容量解析などにより、イオンの入射エネルギー効果が従来の理解と異なること[6]やガス種やフラックス効果を明らかにしてきました[7]。

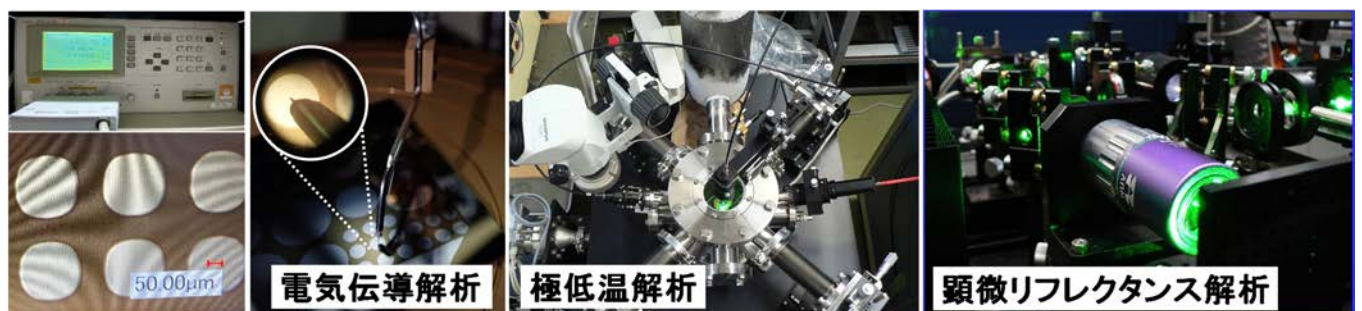


図4 当研究室内で用いているプラズマ曝露表面解析システムの一例

半導体材料中に形成されるダメージ層(欠陥層)に対して、製造工程でのモニタリングモデルを構築しました[8]。このモデルは、現在のスマートフォンに搭載されているCMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)イメージセンサーの製造工程管理モデルとして利用されています。また、分子動力学法を用いたシミュレーションから、材料中の欠陥形成機構には、従来の統計的モデルに加え確率的散乱モデルを取り入れる重要性を指摘しました[9]。この予測は、最先端のCPU(Central Processing Unit)の心臓部にも欠陥が存在していることを示唆します。その後、CMOSイメージセンサーを駆使した大規模解析により、この確率的散乱機構による欠陥形成を明らかにしました[10]。これらの成果は、学生諸君の日々の努力、共同研究先との協力体制によるものであります。

一方で、イオンエンジンで問題となるプラズマと固体との相互作用に、イオン引き出し加速電極(金属材料)の損耗があります。加速電極に形成された貫通孔の形状はイオンエンジン動作時間とともに徐々に変化することが知られています。それはイオンが金属電極に衝突することで、金属元素がはじき出される「スパッタリング」という現象です。貫通孔の形状変化はプラズマ源から放出されるイオンの軌道を変化させ、結果として推進力、すなわち推進性能を劣化させます。また、はじき出された粒子が推進器内部に再付着することで、電氣的短絡を誘発し、動作不良に至ります。図5

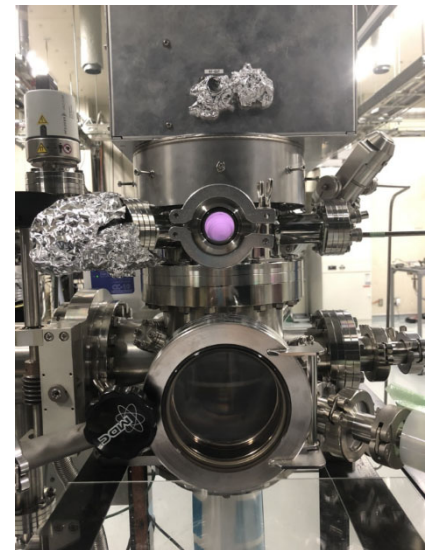


図5 電気推進器用
イオン照射実験機

で示すイオンエンジンの吹き出し方向を鉛直方向に配置した実験装置を用いて、加速電極の損耗機構やイオン軌道の空間分布を明らかにする研究を進めています。これらのプロセスを経て、宇宙推進工学、特に電気推進器の高信頼性化に関する基礎研究に役立てたいと思っています。

(2) 次世代のプラズマ計測に関する研究

プラズマからのイオンを中心とする粒子輸送や電荷蓄積については、被照射体の情報からその機構を知る以外に、直接粒子輸送を捉える方法が必要となります。占部継一郎助教が中心となって、レーザー誘起蛍光法(Laser Induced Fluorescence: LIF)を用いた粒子数密度の空間分布や蛍光スペクトルのドップラ一広がりから、イオンの速度を計測する方法の確立に取り組んでいます。Arプラ

ズマ中の準安定Arイオンをターゲットに、電子サイクロトロン共鳴型プラズマ中での空間分布の評価ができるようになりました。また、サブミリ秒でのLIF蛍光信号の取得にも成功しています。現在、この手法はイオンエンジンからのプルーム解析に適用できるのか？について検討しています。占部継一郎助教の研究内容については、別の機会に紹介できればと思っています。

(3) 極限環境に耐えうる新しい材料創製に関する研究

プラズマによる材料表面の改質や損耗機構の解明(プラズマダメージ)に取り組む過程で、プラズマ耐性の高い材料ができないか？という考えに至りました。京都大学に着任してから5年ほど経った頃、日本真空協会(現日本表面真空学会)の幹事を担当している中で、トライボロジー分野の研究者の方々と接する機会ができました。その中で、切削工具のハードコーティング膜として窒化ホウ素(BN)膜

が研究されてきた、という話を聞きました。BN膜は物理的・化学的に安定であり、宇宙推進器(ホールスラスタ)の内壁材としても注目されている材料です。図6で示すようにⅢ族元素のBとⅤ族元素のNからなるBN膜には、ダイヤモンドやグラファイトにそれぞれ対応する立方晶BN(sp^3 結合)や六方晶BN(sp^2 結合)が存在

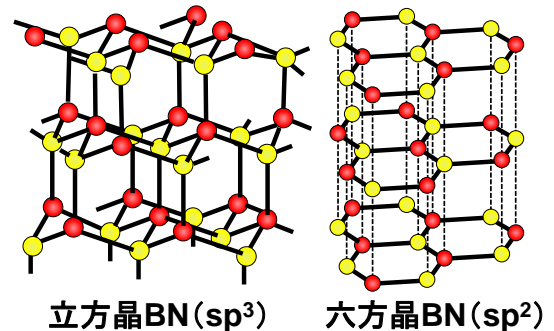


図6 窒化ホウ素の典型的な結晶構造

し、幅広い応用が期待されています。トライボロジー分野では超高硬度を実現する立方晶BNの研究が進められてきました。立方晶BN形成の最大課題は母材からの膜の剥離です。これを克服できれば、という(素人の安易な)気持ちで、BN膜をわれわれのプラズマ技術により作製することを目指しました。桂キャンパスへの移転のタイミングで、プラズマプロセスチャンバーを新設しました。桂キャンパスの実験室に磁場閉じ込め型アーク放電を応用したBN成膜チャンバーを設計しました(図7)。下部チャンバーでは電子ビームを用いてホウ素を蒸発させ、一方で上部チャンバーではArと N_2 からなる磁場閉じ込め型プラズマを形成します。ホウ素と窒素を反

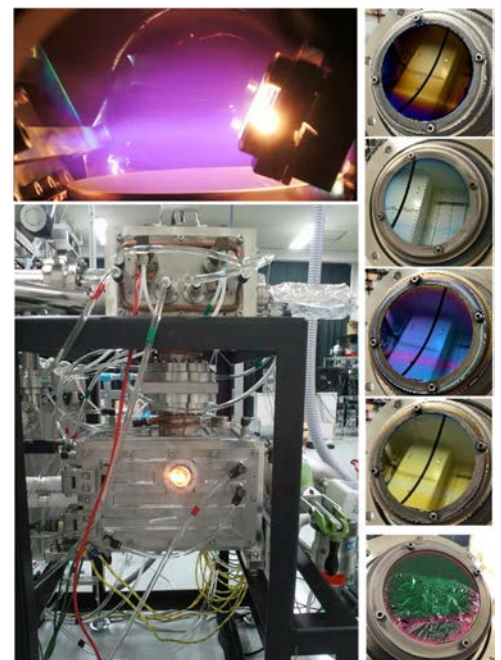


図7 BN成膜プラズマ源(左上)、装置(左下)と成膜例(右)

応させながらArイオン照射によるエネルギー移送を利用して、母材(単結晶シリコンウエハ)にBN膜を形成するコンセプトです。我々はこの手法を反応性プラズマ支援成膜法(Reactive Plasma-Assisted Coating: RePAC)と命名しています。装置の自作から様々なトラブルを経験しながら、最初の安定成膜まで約2年かかりました。やってみるとこれが難しいことがわかりました。過去からの教訓通り、剥離の問題に苦労しました(図7右下の写真)。その後、学生諸君のがんばりもあって、イオンエネルギー(~200 eV)のみならず、イオンフラックスを制御することで様々なBN膜が形成できることがわかりました[11]。現在、大まかなプロセス設計指針は得られています。BN膜のプラズマ耐性を調べるために、RePACで作製したBN膜を再びプラズマ曝露すると、膜厚に依存した剥離の問題を除けば、BN膜は物理的に安定であることが実験で明らかになってきました[12]。今後は剥離の制御とsp²/sp³結合の制御を目指し、プラズマ曝露環境下で耐久性の高いBN膜の実現を進めるつもりです。

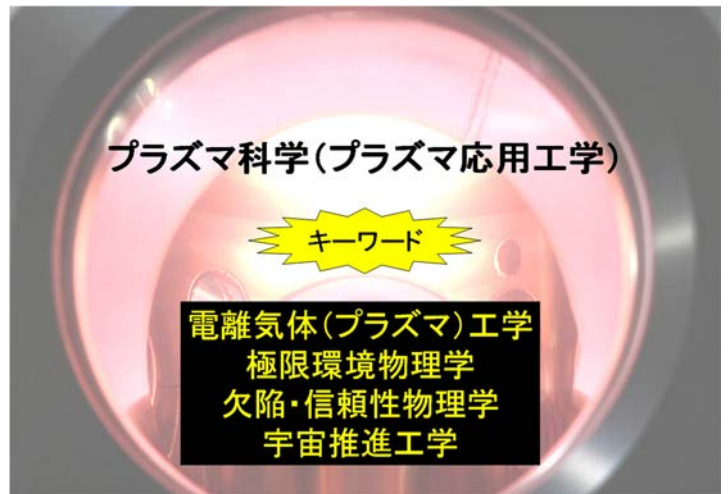


図8 わたしたちの研究分野

上記のように、現在のわたしたちの研究は、極限環境物理学、欠陥・信頼性物理学、宇宙推進工学を基軸とするものです(図8)。

3. おわりに

「わたしたちの研究」、という題目で私の自己紹介と現在に研究テーマについて書かせていただきました。前職では約15年間、プラズマ加工からはじまり、プラズマダメージ(固体との相互作用)の研究、そして薄膜の信頼性劣化現象の研究に携わりました。ここでは省略しましたが、私の学位論文の一部は、本学在学中に講義で学んだ金属疲労モデル(線形マイナー則)を利用した絶縁膜の電氣的絶縁破壊モデルの構築[2]です。当時、二酸化シリコン膜(SiO₂)の絶縁破壊寿命評価には、定電圧印加ストレスモードと定電流注入ストレスモードが存在し、開発現場ではそれぞれ独立に評価・解析を行っていました。時々算定した寿命が矛盾する結果に遭遇しているうちに、ふと線形マイナー則をヒントに、劣化現象を欠陥形

成に置き換えれば本質的に同等であることに気づきました。意外なところに繋がりを感ずることができました。また、SiO₂膜の信頼性劣化を支配する要素の1つに膜中の水素の輸送があります。学生時代にプラズマ～固体壁境界領域での水素の運動をプラズマ診断の対象としていましたが、企業ではSiO₂/Si界面近傍での水素の輸送と信頼性寿命の関係を対象とした研究をすすめました[3]。BN膜の剥離においても、プラズマ中の水素が原因の1つであることがわかりました。さらに、BN膜の研究開発では、トライボロジー分野でもご活躍のマイクロエンジニアリング専攻の松原厚先生とお話する機会が増え、また、ナノテクノロジーの経験を活かした形でトライボロジー分野の学会で発表することもできました[12]。材料中の電子状態の変化を電氣的に捉える取り組みに加え、最近では、超微小押し込み硬さ試験(ナノインデンテーション)を用いた機械特性変化にも興味を持っています。大学卒業後、企業の研究所、量産工場、そしてアカデミアに戻ってきてから、多くの皆さんのお力添えで楽しく研究活動をさせていただいています。その中で、これまで学んだことが意外な場面で役に立ち、これまでの人脈が意外な場面で背中を押してくれるものだ、というありがたい経験も得ました。今後は立場を変えて、学生をはじめ、まわりに将来に生きる何かを伝えたいと思っています。この度はこのような貴重な機会をいただきましたことに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] "Hydrogen-atom spectroscopy of the ionizing plasma containing molecular hydrogen: Line intensities and ionization rate," K. Sawada, K. Eriguchi, and T. Fujimoto, J. Appl. Phys. 73, 8122 (1993).
- [2] "New method for lifetime evaluation of gate oxide damaged by plasma processing," K. Eriguchi and Y. Uraoka, IEEE Electron Device Lett. 16, 187 (1995).
- [3] "Temperature and stress polarity-dependent dielectric breakdown in ultrathin gate oxides," K. Eriguchi and M. Niwa, Appl. Phys. Lett. 73, 1985 (1998).
- [4] "Effects of strained layer near SiO₂-Si interface on electrical characteristics of ultrathin gate oxides," K. Eriguchi, Y. Harada, and M. Niwa, J. Appl. Phys. 87, 1990 (2000).
- [5] "Modeling of defect generation during plasma etching and its impact on electronic device performance- plasma-induced damage," K. Eriguchi, J. Phys. D 50, 333001 (2017).
- [6] "Model for bias frequency effects on plasma-damaged layer formation in Si substrates," K. Eriguchi, Y. Nakakubo, A. Matsuda, Y. Takao, and K. Ono, Jpn.

- J. Appl. Phys. 49, 056203 (2010).
- [7] "Investigation of spatial and energy profiles of plasma process-induced latent defects in Si substrate using capacitance–voltage characteristics," T. Hamano, K. Urabe, and K. Eriguchi, J. Phys. D 52, 455102 (2019).
- [8] "Modeling of ion-bombardment damage on Si surfaces for in-line analysis," A. Matsuda, Y. Nakakubo, Y. Takao, K. Eriguchi, and K. Ono, Thin Solid Films 518, 3481 (2010).
- [9] "Effects of straggling of incident ions on plasma-induced damage creation in "fin"-type field-effect transistors," K. Eriguchi, A. Matsuda, Y. Takao, and K. Ono, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 03DE02 (2014).
- [10] "Evaluation of residual defects created by plasma exposure of Si substrates using vertical and lateral pn junctions," Y. Sato, S. Shibata, K. Urabe, and K. Eriguchi, J. Vac. Sci. Technol. B 38, 012205 (2020).
- [11] "Spectroscopic ellipsometry characterization of boron nitride films synthesized by a reactive plasma-assisted coating method," T. Hamano, T. Matsuda, Y. Asamoto, M. Noma, S. Hasegawa, M. Yamashita, K. Urabe, and K. Eriguchi, Appl. Phys. Lett. 120, 031904 (2022).
- [12] "Characterization of surface modification mechanisms for boron nitride films under plasma exposure," T. Higuchi, M. Noma, M. Yamashita, K. Urabe, S. Hasegawa, and K. Eriguchi, Surf. Coat. Technol. 377, 124854 (2019).

わたしの仕事 (41) 千代田化工建設株式会社



宮前卓磨 (H29/2017卒)

1. はじめに

京機会会会員の皆様、わたしは吉田英生先生・岩井裕先生の熱工学研究室にて学部・修士を修了した後、千代田化工建設株式会社（以下、千代田）に入社しました。入社してから丸々5年が経過し、もうすぐ6年目になるなというタイミングで吉田先生から「わたしの仕事」への寄稿の依頼を頂きました。これまでの「わたしの仕事」執筆者の方々よりも短い経験年数ではありますが、入社時から所属している工事計画遂行部という部署で私が経験してきた仕事、そして、千代田という会社について、これまでの道のりを振り返りながら執筆させていただきます。最後まで読んで頂き、エンジニアリング業界における工事部隊の仕事について少しでも多く知って頂ければと思います。

2. 千代田の工事計画遂行部

千代田はエンジニアリング企業です。エンジニアリング企業とは、プラント（工場）の設計・調達・建設（EPC; Engineering, Procurement and Construction）を中心にプロジェクトを手掛ける企業です。千代田が手掛ける分野は幅広く、石油・ガスといったエネルギーから、化学、環境、省エネ、産業設備、ライフサイエンスといった分野において、プロジェクトを世界各地で手掛けています。千代田のHPを調べてみると、プロジェクト実績は60か国を超えています。一方で国内外売上高構成比は、海外：国内＝54：46。ちなみに、本社は横浜のみなとみらい。オシャレ？な社会人生活を送れそうだと期待を膨らませていた新入社員の頃が懐かしいです。

そんな千代田の中でも私が所属するのは冒頭でも述べた通り工事計画遂行部です。まさに、受注したプロジェクトにおける工事を本社で計画し、現場で遂行する部隊です。学部時代、熱工学研究室の先輩から「宮前は千代田向いてそうだよ。」と言われ、なんとなくインターンシップに応募して同部署で2週間過ごした経験が、入社並びに配属へと繋がりました。

これまでの千代田におけるわたしの経歴は表1にまとめる通りです。横浜本社で工事計画にたずさわっていたのは合計19ヵ月である一方、各国の現場で工事遂行にたずさわっていたのは合計42ヵ月です。みなとみらいでオシャレ？な社会人生活を送っていたのは5年間のうちざっくり3分の1の期間で、残りの期間は現場に入って工事遂行に尽力していることが分かります。とは言え、本社、海外現場、そして国内現場とまんべんなく経験できている経歴となっています。

具体的な「わたしの仕事」については、①横浜本社での工事計画業務と②アメリカ合衆国での工事遂行業務を取り上げさせていただきます。

表1 千代田での経歴

期間	業務内容
2017年04月～2017年09月（6ヵ月）	工事計画@横浜本社
2017年10月～2017年12月（3ヵ月）	現場研修@シンガポール
2018年01月～2018年03月（3ヵ月）	工事遂行@ベトナム
2018年04月～2018年12月（9ヵ月）	工事計画@横浜本社
2019年01月～2020年05月（17ヵ月）	工事遂行@アメリカ合衆国
2020年06月（1ヵ月）	育児休職
2020年07月～2020年10月（4ヵ月）	工事計画@横浜本社
2020年11月～2022年05月（19ヵ月）	工事遂行@日本

3. 横浜本社での工事計画業務

よく工事において口酸っぱく言われる言葉があります。それは、「段取り八分」です。何事においてもそうであるとは思いますが、工事においては特にそうであり、段取り（=工事計画）の完成度が工事の成功の80%を決定づけ、残りの20%を決めるのが現場での遂行となります。

わたしは、それぞれの期間で様々なプロジェクトの工事計画業務にたずさわりましたが、その際のキーワードは「Constructability」です。これは「施工性」や「工事のしやすさ」を表します。Constructabilityを意識して、設計・調達・工事のリソースやプロセスを大胆に組み替えることによってプロジェクト全体のコスト削減及び工期短縮を達成することが、より良い工事計画をする鍵となります。

実際に工事計画をしていくなかでメインとなってくるのがPlot Plan Reviewで

す。Plot Planとはプラントのレイアウト図で、それに対して工事計画上、機器の搬入や据付作業に支障が無いかの検証を行います。計画の段階で設計変更はたびたび起こり、そのたびに工事ができない状況、あるいは大幅な予算超過（必要なクレーンのサイズが大きくなる等）が生じないように工事計画遂行部での検証は重要となります。入社当初はプラントのレイアウトは既に設計でがっちり決まったうえで、工事がそれを基に工事計画をしていくと想像していましたが、まったくそうではなく、Constructabilityを意識した工事計画をしながら設計にもどんどん働きかけ、機器の配置や向きといったものの変更につながるという経験をしました。

もうひとつ、工事計画で面白いのは機器のドレスアウト計画です。工場をイメージして頂くと、タワーの周りに配管や作業用のプラットフォームがある光景を思い出していただけるかと思います。ドレスアウトとは、タワーなどの機器を横に寝かせた状態で配管や保温、塗装などをしてから据え付ける工法となります。



図1 ドレスアウト工法

実際にドレスアウト工法が用いられたタワーを図1に示します。この状態で据え付けることで、安全面、スケジュール面、コスト面でのメリットがあります。一方、図2に示すのがドレスアウト工法を用いることなく、まず機器だけを据え付けた後、機器廻りの付随する工事をする様子です。必要な作業足場の数が段違いで、高所作業も増えます。工事遂行上メリットだらけなドレスアウト工法のデメリットをあえて上げるとすれば、それは綿密な事前検討と調整に時間を要するという事です。設計や調達とも綿密な計画を工事主体で行っていく必要があります、ひとつの計画ミスが現場での大きなインパクトとなり得ます。しかし、ここを完璧にやり切ることこそが工事計画遂行部の腕の見せ所であり、一番面白くやりがいのある部分であると感じました。



図2 ドレスアウト工法非適用

4. アメリカ合衆国での工事遂行業務

入社後2年目の終わりごろ、アメリカ合衆国はルイジアナ州で遂行中のLNGプラント工事現場に赴任することが決まりました。結果として初めての1年を超える長期現場赴任となり、英語圏の現地で心身ともにたっぷり鍛えられ、成長できた期間であると感じています。

そもそも現場での工事遂行とはどのような業務なのか、という疑問がある方も少なくはないと思います。決して我々千代田の工事部隊が土を掘ってコンクリートを流し込んだり、鉄骨をクレーンで吊ったり、機器を据え付けて配管を溶接するわけではありません。それらを実際に行うのは下請け（サブコン；サブコントラクター）業者であり、各サブコン業者が作業を計画通り、スケジュール通り、かつ、安全に実施できるよう現場で調整すること、それら作業の進捗を管理することが大きな役目となります。

わたしが赴任した当時は顧客への引き渡しまで約1年半のタイミングで、機器もほぼ全て据えつけた時期でした。引き渡しまでに各エリアでマイルストーンが設定されており、納期通りの引き渡しの為、工事を計画通り進めることがわたしの任務でした。ここでGoogle Earthで検索したLNGプラントの全景を図3に示します。その広さを想像して頂くとともに、千代田ではまさに「地図に残る仕事」を経験できるのだと感じて頂きたいです。ちなみにこのプラントの工事現場では約3000人が働いていました。この中でわたしが主に担当したエリアは図4であり、毎日朝6時の現場開始とともに夜の6時までひたすら歩き回って工事の調整、進捗管理を行っておりました。



図3 Cameron LNGプラント全景（Google Earthより）

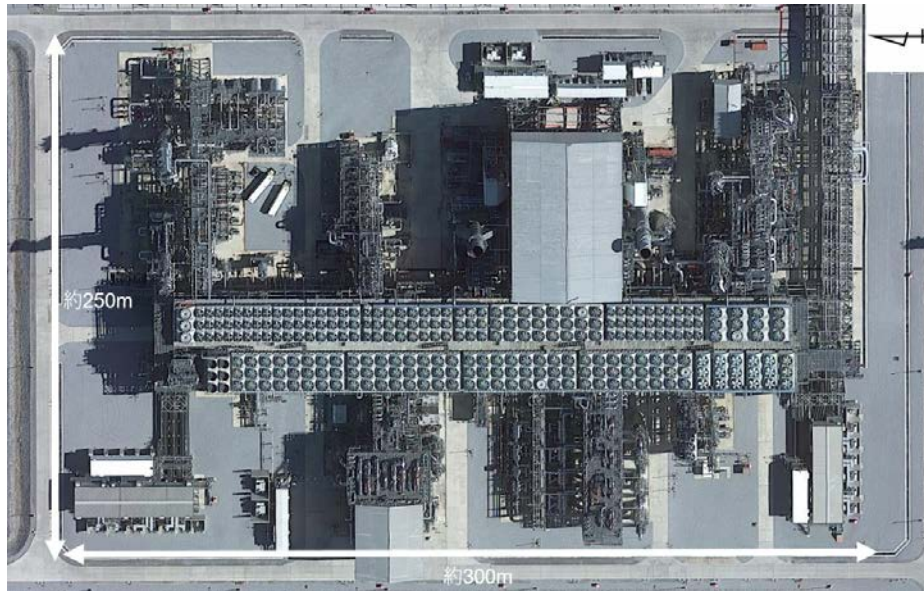


図4 Cameron LNGプラント（Train-3）

この現場で非常に苦労したことは、自分の考えを聞いてもらえる環境、雰囲気をつくることでした。協力会社であるアメリカの工事会社のメンバーが主体となって工事を遂行する現場体制の中で、千代田の日本人が突然来て工事に口出ししていくわけですから当たり前のことなのですが、当初は相当苦労しました。なかなか話を聞いてもらうことができませんでした。まだ彼らが現場を見て工事をコントロールできていればよかったですのですが、現実はそのではなく、千代田の工事部隊がどんどん介入していく必要がある状態でした。結果としては受け入れられ、話を聞いてもらえる環境を作りあげたわけなのですが、そこで一番重要であったのは綿密なコミュニケーションでした。些細な世間話でも多方面に話しかけ、食事に誘ったりしたことが結果として自分を知ってもらえるきっかけ、信用してもらえるきっかけとなりました。とにかく顔を売ること、知り合いを増やしていくことが重要であったと思います。最終的にアメリカ人の工事遂行のキーパーソンに認められるようになってからは、仕事を思い通りに進めることができました。

工事遂行においては、日々のあるべき姿というものが計画されており、日々その通りに進めていく必要があります。現場での調整不足、例えば複数の業者が同じエリアで作業を行う状態や、ある業者が作業するために必要な作業足場が準備されていないような状態が起きてしまえば、簡単に作業は滞り工事が遅れていきます。本当にびっくりしたのですが、アメリカ人やメキシコ人の作業員の方々は、スムーズに作業できる環境が整っていないと平気で家に帰ります。そういったことが起きないように、起こさないように、日々、現場で起きていることを自分の目で確かめ、先々を予測して、決断して、先手を打って、各業者が計画通り作業でき

る環境を作っていくことが重要です。毎日現場を歩き回って前長約300mある3階建てのメインパイプラックを行ったり来たりして各業者に指示を出し、現状をまとめたマークアップ図を即座に作って関係各所に説明してまた調整する、そんな毎日で本当にへとへとになっていました。しかし、日々自分の働きかけが数多くの人を動かし、どんどん思い通りにプラントができていくことには純粋に楽しさ、喜びを感じていました。

アメリカの現場では伝え方についても考えさせられました。ネイティブほど流暢でない英語を駆使して如何に相手に思いを伝えるか。やはりシンプルが一番でした。スライドの作り方や見せ方は熱工学研究室で鍛えられていましたから、それらを思う存分発揮できたと思います。また、だれが、なにを、どのようにして、いつまでに、実施すべきなのかをその理由を明確にして伝えることで、決して流暢な英語ではなくとも、人を動かすことができることを実感しました。

最後に、完成したLNGプラントの夜景を図5に示します。この景色を間近で見た時の感動を今も忘れません。



図5 Cameron LNGプラントの夜景 (<https://cameronlng.com>)

5. おわりに

千代田の工事計画遂行部のわたしが横浜の本社や海外の現場でのどのような仕事をしてきたかをここまで書かせて頂きました。仕事の話を中心に書きましたが、それぞれの期間、各地域で、たくさんの友人を作り、遊び心を忘れず仕事もプライベートも一生懸命やってきたと感じています。この5年間、本当に大勢の方々と知り合い、協力し合って仕事をしてきましたが、本当に楽しめていると思いますし、数千人の多種多様な人々と世界各国でワンチームとなって一つの大きなプラントを建設することが千代田の醍醐味であると感じています。今後も千代田の工事計画遂行部の人間として、大勢の人々と世界各地でよく遊び、良く学んでいくことを楽しみにどんどんチャレンジしていきたいと思います。ご安全に！！

会員著書紹介 奥島 透 「日本一小さな航空会社の大きな奇跡の物語」



ダイヤモンド社(2016)、学研(2021)+Kindle版もあり

吉田英生 (1978/S53卒)

秋山雅義さん(1972卒)から、黒木亮著「島のエアライン(上・下)」(毎日新聞社、単行本2018、文庫本2021)が同期の間で話題になっているという話を最近教えていただきました。というのも話題の会社は天草エアラインで、その中心人物が元社長の奥島透さん(1972卒)だったからです。黒木さんの書は実名での小説ですが、そのベースとなっているのが奥島さんご自身による本書で、崖っぷちから立ち直った経営の書

としてとても興味深いだけでなく、爽やかな読後感もあります。筆者も本書を手取るや途中でやめられなくなり、一気に2時間ほどで読了してしまいました。

奥島さんは元は日本航空勤務、熊本支店長なども経て、最後はJAL航空機整備成田(現在のJALエンジニアリング)の社長を務めて2007年に59歳でご退職。その後2年間(ご当人の表現で)スローペースの仕事をしていたところ、突然舞い込んだ「間違いなく経営破たんすると考えていた」天草エアラインの社長への誘いを、1日考えて受諾したことで、この奇跡の物語は始まります。



天草エアラインは1998年、熊本県、天草市、上天草市、苓北町、地元企業が出資して創設された第三セクターの日本一小さい航空会社です。社長就任当時の機体はボンバルディア製のダッシュ8(39人乗り)1機のみ。故障に備えてスタンバイ機を持つためには、経営上の理由から最低でも20機を保有する必要があるという厳しい条件の中で、この1機でやりくりする大変さは申すまでもありません。かつ、天草諸島は九州本土から五つの橋で結ばれているがゆえに離島扱いされず、離島補助を受けられないといったさらに厳しい条件も課せられています。



奥島さんの社長在任期間は2009年6月28日から2014年6月27日までの5年間です。本書では「第3章 試行錯誤の1年目」、「第4章 苦難と逆風の2年目」、「第5章 予想を超えた3年目からの飛躍」となっていて、「第6章 会社再建で学んだこと」で結びとなります。もちろんどの章も読み応えがあるのですが、筆者はまず第3章で大いに引き込まれました。筆者の駄文ではなく、ぜひとも奥島さんの原文を味わっていただきたいと思いますので、詳細は省略させていただくかわりに第3章の目次を以下に引用して、内容に期待していただきましょう。

観光バスのような機内／初入社と社内の閉塞感／就任早々に手痛い失敗／社長室の壁を撤去／砂浜でのバーベキュー大会／率先垂範の大切さ／ミスの原因分析と対策を徹底／機内を掃除するパイロット／毎日唱和する安全憲章／安全への三つの取り組み／安全を最優先する勇気／態度で示す整備士たちへの感謝／大胆な人事異動／社員たちの目覚ましい成長／新予約システムの導入と営業強化



先ほど“「第6章 会社再建で学んだこと」で結びとなります”と表現しましたが、実は天草と天草エアラインを愛する奥島さんの本当の結びは「あとがきにかえて——天草への誘い」です。「読者のみなさん、ぜひ魅力あふれる天草へおいでください。その際には、天草エアラインのご利用を心よりお待ちしております！」



同書p.189からご許可をいただいて転載

昔の地図（その1）淡路島西海岸（前編）

藤川卓爾（S42/1967卒）

我が家の古い書類の中から昔の地図が出て来た。そのうちの2つは淡路島西海岸の一部分の地図である。淡路島は現在兵庫県であるが、江戸時代は徳島の阿波藩に属していた。阿波藩は淡路島の西海岸の中程の江井の地に藩邸を構えていた。江井の地が選ばれた理由は図1のようにこの地が天然の良港を有するためであった。図1は元 江井小学校教諭で郷土史家の濱岡きみ子氏所蔵のものである。濱岡氏は平成26（2014）年に亡くなられたが、90歳を過ぎても軽自動車を自ら運転して島内を巡って調査をしておられた。

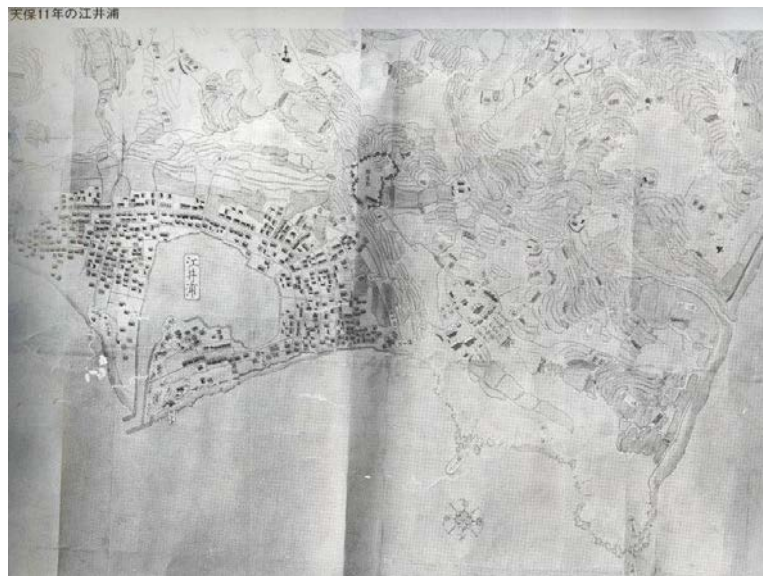


図1 天保11（1840）年の江井浦（図の上側が南、下側が北）
 <江井小学校創立百周年記念事業実行委員会「江井教育史」、(1974-11)>

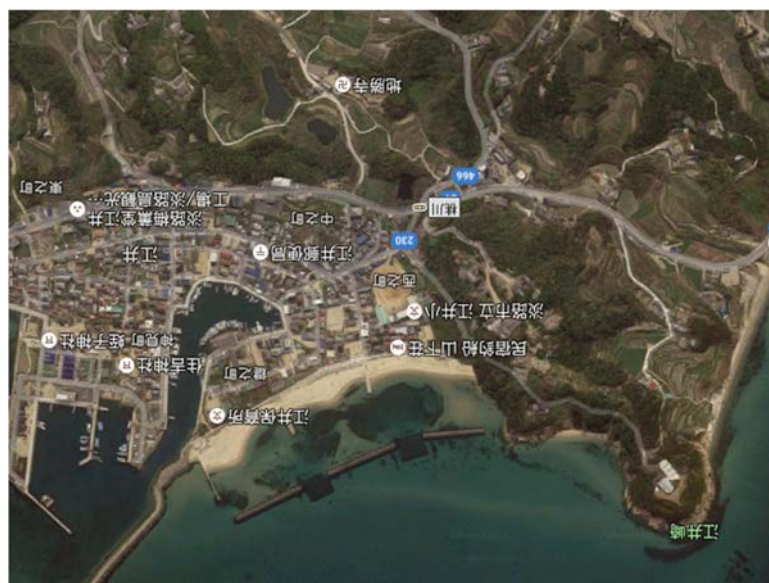


写真1 Google Mapによる江井浦の写真（図1に対応）

図1の中央やや上部の黒い樹木に囲まれたところが御屋敷で、ここに藩の洲本城から番手役が派遣されていた。この藩邸は明治になって取り壊されたが門は法華寺に移設されて現在も残っている（写真2）。港には御船蔵が置かれ四枚帆と五枚帆の「小早」と呼ばれる軍船が2隻配置されていた。我が家の先祖は江井浦御船預役という役名で御船蔵の管理者を勤めていた。新任の番手役が着任すると「上下御灘廻り」と称して警備管区域である淡路島西海岸・海面を軍船に乗って巡視した。今でいう沿岸警備隊（COAST GUARD）である。



写真2 法華寺山門（元阿波藩江井浦藩邸の門）

今回出て来た地図は野島地区のもの（図2）と尾崎地区のもの（図3）である。野島地区、尾崎地区と江井地区の関係を写真3に示す。これらの地図を現在の地図ならびに実情と比較するために両地区を探訪した。確証はないが、これらの地図は上記の沿岸警備業務と関連して江戸時代に作成されたものと思われる。



写真3 Google Map淡路島



図2 野島地区の地図（図の上側は南東、下側は北西）

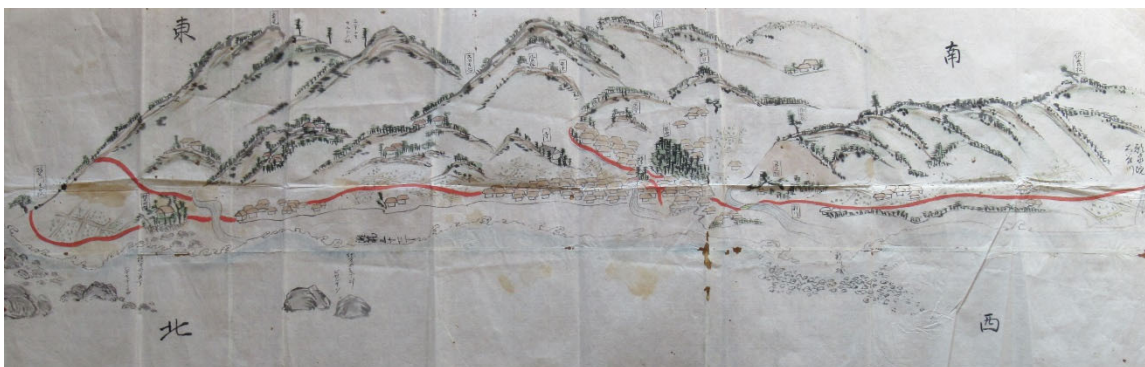


図3 尾崎地区の地図（図の上側は南東、下側は北西）

これらの地図を現在の地図と比較してみる。

1. 野島地区

先ず野島地区から見てみよう。

野島地区は阪神淡路大震災で動いた野島断層のあるところである。写真4の右端には北淡震災記念公園が記されている。北淡震災記念公園は「京機短信」No.317に記した。野島地区の中心部は現在野島漁港になっている。図2ではこの辺りに野島の文字が書かれており、海岸には波戸、右波戸として石の突堤が記されている。図の左側、すなわち北東側にもう一つ波戸が書かれている。この波戸のさらに左側に現在メディアアート&レストランHELLO KITTY SMILEが建っている。

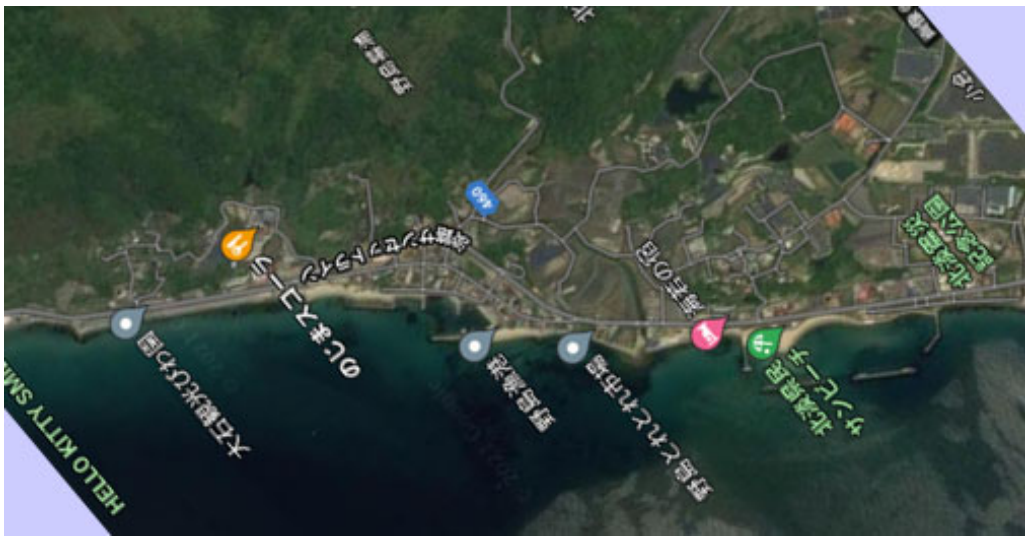


写真4 Google Map野島地区（上側が南東、下側が北西）

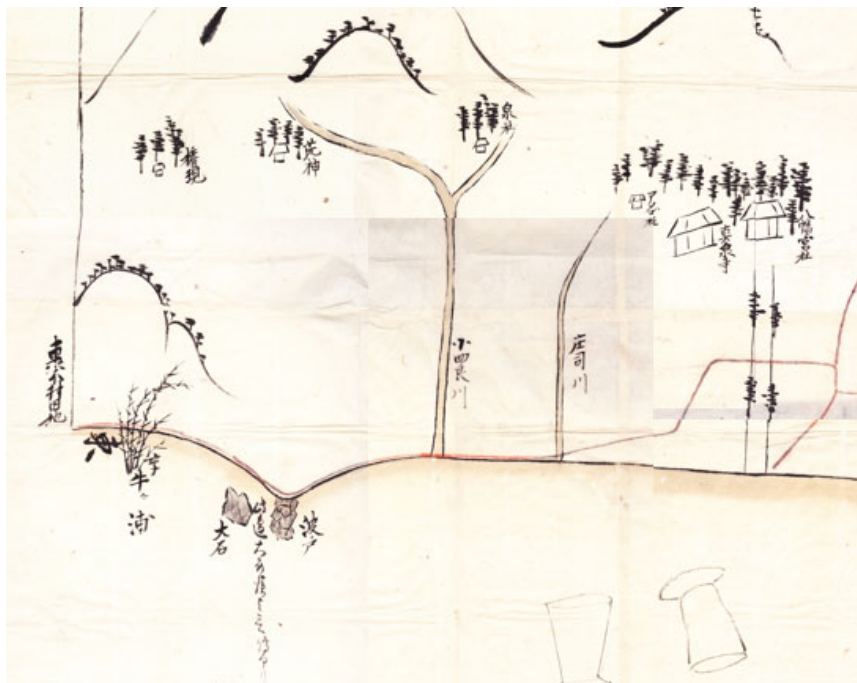


図4 野島地区の北部

波戸の横に大石がある。その間に「此辺大石……」と書かれているように見えるが解読出来ない。その左側に海中に植物が生えている絵があり「字牛ヶ浦」と書かれている。左端は「車栄木村田地」とある。HELLO KITTY SMILEがあるのはこの辺りである。波戸の右側に小四良川と庄司川が書かれている。小四良川の上流に荒神と泉社と書かれた社（やしろ）がある。荒神の左側の山中に権現が書かれている。波戸の近くから山道に入ったところにある家で聞くと、権現は分からないが、荒神はすぐ近くの山の上、泉社はのじまスコーラの上の方だと教えてくれた。荒神社の横に大石大明神が祀られている。海岸の波戸の横の大石と関係が

あるものと思われる。のじまスコーラは平成24（2012）年に閉校された淡路市立野島小学校の校舎をリノベーションした観光施設である。



波戸の北東側



波戸の南西側



漁港突堤から見た海岸



荒神社



大石大明神



のじまスコーラ

写真5 野島地区北東部

泉社の社は現在残っていないが池が3つある。平成19（2007）年の戸別地図（図5）には南側から泉池、泉中池、椋本池の名前が書かれている。泉池、泉中池は現在でも水をたたえているが椋本池は水が枯れている。また、図4では小四良川と書かれているが図5では小代呂川となっている。小四良川と庄司川は今も流れている。



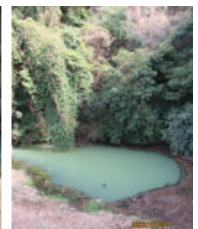
図5 泉社と小四良川



椋本池



泉中池



泉池



野島漁港遠望



小四良川河口



庄司川

写真6 泉社の3つの池と小四良川、庄司川



図6 野島漁港付近



図7 Google map野島漁港付近（この図は北が上）

野島地区の中心部は現在野島漁港に面している。図2、図6ではこの辺りに野島の文字が書かれており、海岸には波戸、右波戸として石の突堤が記されている。突堤の先に大きな岩が描かれており「地ニクヨリ半町程沖ニ野島ヶ崎古跡有り」とある。野島は古事記や日本書紀、万葉集にもみられる古くからの地名で、野島にあったといわれる「野島ヶ崎」は万葉の時代に瀬戸内海を行き来する船が立ち寄った所として知られている。その当時、ここには「野島の海人」と呼ばれた人々が漁業や塩作りなど海を中心に生活し、御食国（みけつくに）の海人として大和朝廷と密接なかかわりを持っていたようである。「野島の海人」については「京機短信」No.318の「サンセットライン」で記した。野島漁港に面した野島が崎公園の案内板には万葉集巻三 二五一 柿本人麿の「淡路の 野島の崎の 浜風に 妹が

結びし 紐吹き返す」の歌が紹介されており、「野島ヶ崎」の絵図と説明がある。説明には「東西三町餘 南北一町半 仁和三年七月 大地震没亡 旧跡自地方 一町半餘在 底箸日万其 利磯」とある。Wikipediaによると、「仁和地震（にんなじしん）」は、平安時代前期に起きた大地震。南海トラフ沿いの巨大地震と推定されている。後に淡路島の洲本藩士が編纂した郷土史である『味地草』には仁和三年七月の地震により海に突出していた砂嘴が津波で失われたことが記される。」とある。仁和3年は西暦887年である。



写真7 野島が崎公園の案内板

右波戸の近くにイナリ社、釈迦堂、薬師堂、少し山側に大歳明神社、八幡宮社、真泉寺、愛宕社が示されている。このうち、稻荷神社、八幡神社、真泉寺は図7の現在の地図にも記されている。写真8に示すように野島漁港の海岸には稻荷神社と八幡宮社の御旅所が建っている。古地図にある釈迦堂の位置には妙見堂が建っている。薬師堂は阪神淡路大震災で倒壊し、仮堂舎にお祀りされている。



稻荷神社



八幡宮の御旅所



妙見堂



薬師堂仮堂舎



漁港突堤からの海岸



八幡宮の鳥居

写真8 野島漁港付近の堂社と風景

ディミトリ・ティオムキン——ウクライナが生んだハリウッドの巨匠

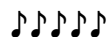
吉田英生（1978/S53卒）

今般ロシアがウクライナ侵攻に至った背景については、両国だけでなく世界が複雑に関係する難しい問題です¹ので安易には言及できませんが、その結果としてウクライナ国民と両国の兵士たちの甚大な犠牲、さらに今後世界全体にも押し寄せるかもしれない種々の危険を考えると日々暗澹たる気持ちになります。

先月号では、せめて音楽の点からウクライナを話題にしたいと考えましたが、クラシック音楽に注意がかたよってしまい、ウクライナ生まれの映画音楽の巨匠ディミトリ・ティオムキン(1895–1979) <https://dimitritiomkin.com/> を挙げるのを忘れていました。といっても、若い方々にはほとんど馴染みがないかもしれませんが、手がけた映画音楽は、『白昼の決闘 Duel in The Sun』(1946)、『赤い河 Red River』(1948)、『真昼の決闘 High Noon』(1952)、『紅の翼 The High and the Mighty』(1954)、『ジャイアンツ Giant』(1956)、『OK牧場の決闘 Gunfight at the O.K. Corral』(1957)、『老人と海 The Old Man and the Sea』(1958)、『リオ・ブラボー Rio Bravo』(1959)、『ローハイド Rawhide』(CBS TV 1959–1965)、『アラモ The Alamo』(1960)、『ナバロンの要塞 The Guns of Navarone』(1961)、さらにハリウッド映画でなくソ連映画ということもあってあまり知られていないようですが『チャイコフスキー Tchaikovsky』(1970)など、枚挙にいとまがありません。

ティオムキンはロシアのサンクトペテルブルク²音楽院で、やはりウクライナ出身のブルーメンフェルト(1863–1931)³と、グラズノフ(1865–1936)⁴からクラシック音楽のピアノや作曲を学びました。

なお1999年に、米国郵便は“Legends of Hollywood Composers”と題して6人の映画音楽の巨匠——生誕順に、マックス・スタイナー(1888–1971)、ディミトリ・ティオムキン、エーリヒ・ヴォルフガング・コルンゴルト(1897–1957)、アルフレッド・ニューマン(1901–1970)、フランツ・ワックスマン(1906–1967)、バーナード・ハーマン(1911–1975)の記念切手を発行しています。



¹ ロシア文学を専攻する友人が教えてくれた塩川伸明氏の論考「ウクライナ戦争・再論(2022年4月17日)」からは、両国の歴史から最近の動向までを含め多くを学んだことを付記します。
<http://www7b.biglobe.ne.jp/~shiokawa/notes2013-/UkrainianWar.pdf>

² 第一次世界大戦中1914–1924はペトログラード、ソ連時代はレニングラードと呼ばれました。

³ リムスキー＝コルサコフ(1844–1908)の弟子であり、ホロヴィッツ(1903–1989)はキーウ音楽院での教え子でした。

⁴ 同様にリムスキー＝コルサコフの弟子であり、プロコフィエフ(1891–1953)やショスタコーヴィチ(1906–1975)は教え子でした。

筆者は学生時代、ヘミングウェイの『老人と海』を、新潮文庫(福田恆存の名訳)やPenguin Booksの原文で読み、さらにテレビで放映された映画に魅せられて、サウンドトラックのLPレコードを手しティオムキンの名前を知るようになりました。『老人と海』は映画の大部分が老人の独白だけなので、とりわけ音楽が重要な役割を果たします。今回、DVDで久しぶりに見直してみて、ティオムキンの音楽はそのような映像を極めて効果的に支えていることに感動を新たにしました。



♪♪♪♪

それにしても、ティオムキンが音楽を担当した映画の中にはジョン・ウェインなどの名優が活躍する西部劇がたくさんあります。そこでChristopher Palmerによる伝記“*Dimitri Tiomkin: A Portrait*”(1984)に目を通して見たところ、以下のような記述があつて、腑に落ちました。



コサック(ウクライナ語ではコザーク)で、ウクライナ史最大の英雄 ポフダン・フメリニツキー (1595-1657) 写真は wikipedia より

After all, he had reason to feel an empathy for the American West. He came from a Big Country too, and in its bigness—particularly its vast all-embracingness of sky and plain—he must have seen a reflection of the steppes of his native Ukraine. So the cowboy becomes a mirror-image of the Cossack: both are primitives and innocents, etched on and dwarfed by a landscape of soul-stirring immensity and rugged masculine beauty.

とはいえ、はたしてティオムキン自身がそんなことを明確に述べたことがあったのかと確認したかったところ、たまたま今年2月に発売されたばかりの“*The Movie Music of Dimitri Tiomkin / 1937-62*”というCDのライナーノートに以下の言葉を発見できました⁵。



“A steppe is a steppe is a steppe... . The problems of the cowboy and the Cossack are very similar. They share a love of nature and a love of animals. Their courage and their philosophical attitudes are similar, and the steppes of Russia are much like the prairies of America.”

戦後生まれで平和ボケした筆者には、文字どおり命がけで祖国を守ろうとするウクライナ国民の気概に圧倒されるばかりですが、ウクライナ国歌にも

「我らは自由のために魂と身体を捧げ、兄弟たちよ、
我らがコサックの氏族であることを示そう」

とあるように、15世紀ころからの自治的な武装集団であるコサックの血が受け継がれているのですね。ウクライナ国民の愛国心と誇りと勇敢さには頭が下がりますが、徹底抗戦の結果、犠牲が日々拡大している現実には痛ましい限りです。もしティオムキンがこの状況を知ったなら、どんな音楽を奏でているのでしょうか。

⁵ 前ページの脚注1で紹介した友人は映画にも造詣が深く、本件を話したら次のコメントが返ってきました。「Wild West/Westernerと東ウクライナ/コサックの類似でも説明できなさそうな、いかにもアメリカの市民社会的(?)なフランク・キャプラの作品の音楽を手がけていることは、今さらながら驚きであり、ティオムキンの幅の広さなのでしょう。(中略)“A steppe is a steppe is a steppe...”という表現は、ガートルード・スタインの有名な詩行“a rose is a rose is a rose”を踏まえているのでしょうか。」——なるほどそういうものか、自分の見方はいかにも一面的で浅いな、とも思いしらされた次第です。

Coffee Break @Zoomのご報告

米田奈生（H29/2017卒、蓮尾研 OG）

清水桜子（H30/2018卒、樫木研 D3）

こんにちは。新年度が始まって1か月が経ちましたが、いかがお過ごしでしょうか？**Coffee Break**は昨年度3月で一旦休止ということになりました。バトンが繋がらなかったことは残念ですが、私たち二人からは、これまでご参加・応援いただきましたみなさんへのお礼も兼ねて、2～3月の**Coffee Break**のご報告をいたします。



現体制での運営終了を連絡した2月以降、学内外のたくさんの方にご参加いただき、楽しい時間を過ごすことができました。女性同士の意見交換会や戦争についてのお話など深いお話もすることができ、有意義であるとともに、**Coffee Break**を主催してきて良かったなと思えました。3月19日(土)の最終回には、5人の在校生（開催時）・教員と8人の卒業生にご参加いただきました。思い出話に花を咲かせたり、近況報告をしあったりしていると、あっという間に終わってしまった気がしました。また、私たち運営の**Zoom**スキルが磨かれたことで、対面で話すときのように参加者それぞれが話したい人と話すことも実現でき、みなさんにも大いに楽しんでもらったのではないかと思います。



最終回での集合写真

Coffee Break は、「人とつながる」「息抜きをする」「情報を得る」ことのできる場所を提供することを目指して運営してきました。学内外からたくさんの方にご参加いただいたことで、そのような場所にできたのではないかと考えています。これまでご参加・応援いただきましたみなさんに、重ねてお礼申し上げます。そして、2年前、この場所を維持したいという米田の思いに応えて、共に運営してくれた清水さんと井原 基博（H29/2017卒、松原研 OB）さんには、大変感謝しています（清水より：米田さんがいなければ私自身もっと孤独にコロナ下の2年間を過ごすことになったかもしれません。微力ながら米田さんを送り出すまで続けることができ良かったです。ここでの時間やご縁が参加されたみなさんにとっても何らかの支えや財産になっているとうれしいです。）。

最後に、お知らせです。**Coffee Break** としては休止になりますが、私たちとしては、このご縁を大切に、今後も集まれる機会を設けられればと思っています。その際には、これまで使ってきた **Coffee Break** のメーリングリストやホームページ（<https://sites.google.com/view/coffeebreak2021>）でお知らせしますので、ご参加よろしくお願ひします！

2年間ありがとうございました！

また、いつかお会いしましょう！



機械系3専攻研究室マップ (2022年4月1日現在)

a

2S		04	03	02	01
機械・マイクロ			平井 義和		
2N	05				
機械・マイクロ					

b

4S	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01
機械・マイクロ	京機舎	若林 英信	松本 充弘	黒瀬 良一	岸本 将史		岩井 裕		四龍 泰一	蓮尾 昌裕		中嶋 薫	
4N	05		04			03			02				
機械・マイクロ	栗重 正彦		A. L. Pillai						A. Kuzmin				

3S	18	17	16	15	14	13	12	11	10
航空宇宙	占部 継一郎		江利口 浩二			泉田 啓		丸田 一郎	藤本 健治
3N									
航空宇宙									

2S	18	17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04
機械・マイクロ	沖野 真也		花崎 秀史				異 和也	栗山 怜子	中部 主敬	林 聖勳	泉井 一浩	西脇 真二			A. Beaucamp T. Herve
2N															
機械・マイクロ															

1S	17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06
機械・マイクロ	中西 弘明		権木 哲夫					瀬波 大土	井上 康博			
1N												
機械・マイクロ												

c

4S	06	05	04	03	02	01
機械・マイクロ				山下 直輝	安達 真聡	平山 朋子
4N						
機械・マイクロ						

3S	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01
航空宇宙	杉元 宏	大和田 拓				小菅 真吾	小池 開	初鳥 匡成	高田 滋		石井 陽介	琵琶 志朗
3N												
航空宇宙												

2S	17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01
機械・マイクロ	横川 隆司		A. Banerjee	廣谷 潤	土屋 智由	名村 今日子		鈴木 基史			平方 寛之			西川 雅章			嶋田 隆広
2N	06			05									02			01	
機械・マイクロ	藤本 和也																

1S	11	10	09	08	07	06	05	04	03
機械・マイクロ	小森 雅晴		山路 伊和夫	河野 大輔	松原 厚				
1N	07								
機械・マイクロ	寺川 達郎								

d

1S	14	13
機械・マイクロ	松野 文俊	遠藤 孝浩
1N		
機械・マイクロ		



京都大学フォーミュラプロジェクト KART

月例活動報告書

2

今月支援していただきました
方々

今月の各班報告



琵琶湖スポーツランドでの走行会の様子

ご挨拶

日ごとに暖かさを感じられるようになりましたが、皆さまいかがお過ごしでしょうか。

2月は各班において、今の車両の使用部品の手直し、そしてデザイン審査に役立てるためのデータ取りの準備を進めました。

今後とも京都大学フォーミュラプロジェクト KART をよろしく願いいたします。

今月支援していただきました方々

今月は以下の方々にご支援をいただきました。厚く御礼を申し上げますとともに、今後とも温かいご声援のほど、よろしくお願い致します。

スポンサー様

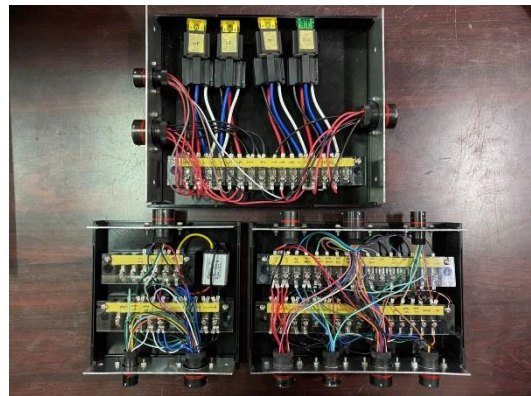
兵神装備株式会社 様	(活動資金のご支援をいただきました)
株式会社 IDAJ 様	(GT-SUITE のご支援をいただきました)
株式会社 ジーエーティー 様	(挿入治具を提供していただきました)
琵琶湖スポーツランド 様	(走行場所を提供していただきました)
イケヤフォーミュラ株式会社 様	(技術支援をしていただきました)
住友電装 様	(電装部品を支援していただきました)
きづ川病院、啓信会 様	(荷物運搬用の車両をお借りしました)
山岸本舗 様	(加工支援をしていただきました)
MathWorks 様	(MatLab を支援していただきました)

今月の各班報告

エンジン班

今月、エンジン班は、車両電装の製作と、ベンチ実験用の各種パーツの製作を行いました。

配線の複雑化によるトラブルの多発を防止するため、先月行った設計に基づき、車両電装を製作しました。配線用の Box を 3 種類 (リレー用の Box 1 種と配線分岐用の Box 2 種) 配置することにより、配線を整理しました。Box 内では、端子台に接続配線を記載することにより、誰が見てもどのように配線されているかが分かるようになっております。また、センサの信号を入力する配線用の端子台を作ることにより、計測したいセンサの信号を自由に ECU に入力できるようになり、計測の幅が格段に広がりました。さらに、Box 外での配線の分岐をなくすことにより、昨年度発生していた断線トラブルの可能性を減らすことができたと考えており

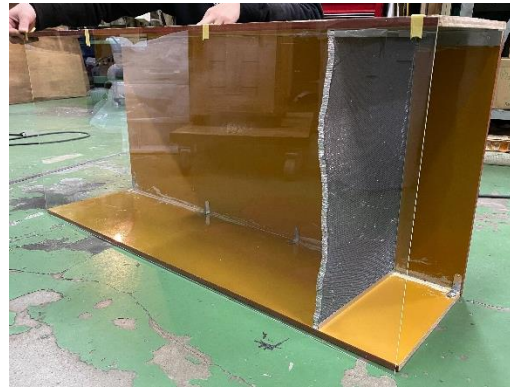


作成したターミナルボックス

ます。今後の走行会を通じて、一新した電装のチェックを行ってまいります。

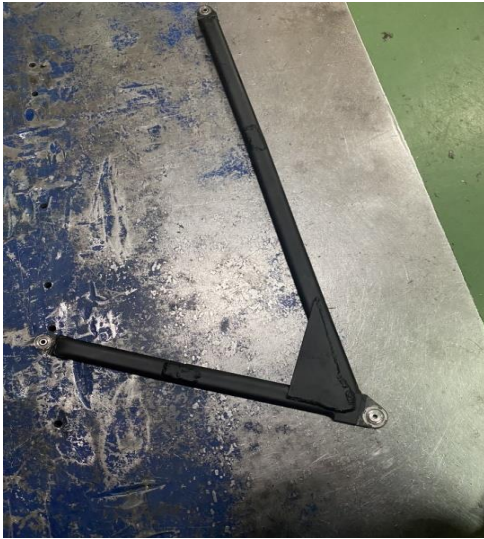
また、ベンチ実験用の風洞・吸気管・排気管を製作しました。ラジエータの冷却性能を調べる単体実験用に製作した簡易風洞では、3 面を木材、1 面をアクリル板で枠組みすることにより、側面から風の流れを目視することができ

ます。また、アルミハニカムを流路にはさみこむことにより、送風機から送り出された風を整流することができるように工夫しました。また、吸気管長・排気管長によるトルクの変化を測定する実験のため、長さの異なる吸気管・排気管を数パターンずつ製作しました。来月は、これらを用いてベンチの実験を進めます。



簡易風洞

シャシ班



再制作したサスペンションアーム

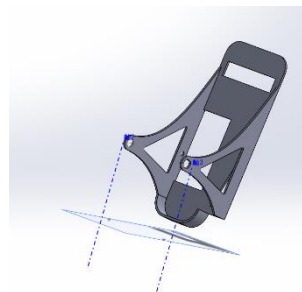
シャシ班ではまず、1月に引き続き鉄製サスペンションアームの再製作を行いました。以前から問題となっていたスフェリカル部分のがたつき等は解消されました。今後はカーボンパイプの製作状況によってカーボン製のロッドに変更していく予定でございます。

そして、1月より検討しておりましたアクセルペダルの形状についてドライバーの足のサイズを計測したうえで設計を行いました。ドライバーが車両を思い通りに操ることが可能になることを目標とし、足のくるぶしを軸として動かすことが可能なものを設計しております。今後は3Dプリンタで試作品を作り、ドライバー評価をしたうえで実際にカーボンを用いて製作を行う予定でございます。

さらに2月には車両運動の観点でのデータ収集について検討を行いました。具体的には定常円旋回を行いその時のスリップ角を計測し、車両のロール運動による荷重移動等を加

味したうえで実走行時のタイヤによる横力の大きさなどを計測しようというものです。弊チームではこれまでタイヤの比較検討については経験則とタイヤデータで判断しており実際にどれくらいタイヤを使えているのかという測定・評価ができておらず、車両の運動性能としての評価も曖昧になっておりました。今後はスリップ角を実際に測定する環境を構築し、ストロークセンサと同期させコーナリングフォースを求め、実際の走行条件でのばねやタイヤ検討を行っていきたいと考えております。

エアロ班では、カーボンロッドの接着強度を調べるための剥離試験の実験装置の完成、フロントウイングの翼端板の再設計を主に行いました。剥離試験の実験装置については、加工がすべて完了し、残すところ接着だけとなりましたが、接着剤として使用するエポキシ樹脂の在庫が切れてしまったため、その納入を待つ形となっております。在庫を確保でき次第、剥離試験を開始してまいります。フロントウイングの翼端板再設計につきましては、さらなる空力性能の向上を目的に流体シミュレーションを繰り返して翼端板形状の決定を試みております。3月上旬には設計を終え、製作の準備に移りたいと考えております。



設計中のアクセルペダル

KART

京都大学フォーミュラプロジェクト KART

月例活動報告書

3

今月支援していただきました
方々

今月の各班報告



名阪スポーツランドでの走行会の様子

ご挨拶

陽春の候、いかがお過ごしでしょうか。

3月は大大会の審査資料の一つであるSES(等価構造計算書)の提出を行いました。また、各班においては、シームレストランスミッションなどの部品を車両に搭載する準備、そして計算結果に基づく試走会での評価等を行いました。

今後とも京都大学フォーミュラプロジェクト KART をよろしく願いいたします。

今月支援していただきました方々

今月は以下の方々にご支援をいただきました。厚く御礼を申し上げますとともに、今後とも温かいご声援のほど、よろしくお願い致します。

スポンサー様

住友電工ハードメタル株式会社 様	(工具を支援していただきました)
株式会社 bryka 様	(スリップ角センサを支援していただきました)
東レ・カーボンマジック株式会社 様	(プリプレグの提供とオートクレーブをお借りしました)
京都府中小企業技術センター中丹技術支援室 様	(万能試験機をお借りしました)
イケヤフォーミュラ株式会社 様	(技術支援並びにシフトドラムの製作をしていただきました)
川崎重工業 様	(技術支援をしていただきました)
中央発條株式会社 様	(ばね定数の計測・ばねの製作をしていただきました)
株式会社東日製作所 様	(トルクレンチの校正をしていただきました)
株式会社オキソ 様	(エンジンパーツのポリッシングをしていただきました)
琵琶湖スポーツランド 様	(走行場所を提供していただきました)
名阪スポーツランド 様	(走行場所を提供していただきました)
きづ川病院、啓信会 様	(荷物運搬用の車両をお借りしました)
山岸本舗 様	(荷物運搬用の車両をお借りしました)

今月の各班報告

エンジン班

今月、エンジン班は、シームレストランスミッション搭載の準備として、実験用ベンチを完成させるため、パーツの製作を行いました。

シームレストランスミッションを車両に搭載するにあたり、シフターのコントローラーの調整をベンチで行う必要があります。そこで、以前まで車両から移植していた燃料系・排気系の製作を行い、ベンチと車両の完全独立化を図り

ました。具体的に製作したパーツは、インジェクタマウント・燃料レール・マフラーマウント・マフラー(製作途中)です。なお、これにより予定していたベンチでの実験を進めることが出来なかったため、デザイン審査に向けて、必要なデータ取りを順次行いたいと考えております。



[インジェクタマウント](#)



[燃料レール](#)



[マフラーマウント](#)



[マフラー](#)

シヤシ班



モノコックの強度試験の様子

3月には、大会提出資料の一つである等価構造計算書のためのモノコックの強度試験、接着試験に向けたロッド類の準備、アクセルペダルの設計、試作品製作、サスペンションのばねセッティングの検討と実走行による評価に取り組みました。

モノコックの強度試験については、今大会よりラップベルトマウントの引き抜き試験において必要な強度が前回大会よりも増加しており、そのレギュレーションを満足していることを確認するため試験片の製作を行い、引き抜き試験を行いました。試験の結果レギュレーションを満足していることが確認でき、期限内に等価構造計算書を提出することができました。

接着試験については、先月以前に用意していたロッドエンドと各種パイプの接着を行い、その様子の観察を行いました。アクリルパイプによって接着の様子を可視化したことで、接着層の状態の観点から、従来の接着手法の問題点についての知見を得ることができました。今後は早急に破壊を行い、強度に対する実験を行ってまいります。また、ロッドエンドとパイプの

公差や接着の手法などの諸条件を変化させた多数のサンプルを用意して破壊を行う次の実験の準備も並行して進めてまいります。

アクセルペダルについては3Dプリンタで試作品を作成しました。ペダルのより繊細な操作を可能にするために、ペダルの回転軸とくるぶしの位置を近づけております。また、ドライバーへの負担を軽減させるために、ヒールレストによって踵のぶれが少なくなるようにしております。ドライバーからの評価は良好でしたので、方針はそのままに問題点として上がった重量の増加を抑えるために、設計の改良を行っていく予定でございます。



アクセルペダルの試作

サスペンションの主ばねのセッティングについては、これまでの方針を一から考え直し、車両運動の観点から最適なばねを検討しました。KARTではこれまで、サスペンションに関してはジオメトリの検討と評価で留まっていたことが非常に多く、車両の限界性能を引き出せていない状態でした。現在の車両でもロール運動が思うように起こらないことが問題となっており、旋回性能を大きく下げてしまっていました。それを踏まえ、設計の段階での目標タイムなどから、それを実現するために必要となる挙動を考えばねの検討に取り組みました。検討の結果これまでのセッティングではリア側のばねが硬すぎるのがわかり、試走会で柔らかいばねに変更してのフィードバックを行い、以前よりも自然にロールが発生し、操りやすい

というドライバー評価を得ることができました。 の検討を行うとともに過渡特性まで検討し限界
 今後はそのドライバー評価やタイヤデータ、ス 性能の向上に努めます。
 リップ角計測値なども参考にし、フロントのばね

スキッドパッド									
目標タイム(s)	必要な車速(m/s)	加速度(m/s ²)	加速度(G)	四輪での横力(N)	フロントの横力(N)	リアの横力(N)	ヨーレート(rad/s)	横加速度(m/s ²)	
5.0	11.5	14.4	1.47	3818.5	1718.3	2100.2	1.26	14.4	
4.9	11.7	15.0	1.53	3976.0	1789.2	2186.8	1.28	15.0	
4.8	11.9	15.6	1.59	4143.4	1864.5	2278.9	1.31	15.6	
4.7	12.2	16.3	1.66	4321.6	1944.7	2376.9	1.34	16.3	
4.6	12.5	17.0	1.74	4511.5	2030.2	2481.3	1.37	17.0	
4.5	12.7	17.8	1.81	4714.3	2121.4	2592.8	1.40	17.8	
4.4	13.0	18.6	1.90	4931.0	2218.9	2712.0	1.43	18.6	
4.3	13.3	19.5	1.99	5163.0	2323.3	2839.6	1.46	19.5	
4.2	13.7	20.4	2.08	5411.8	2435.3	2976.5	1.50	20.4	
4.1	14.0	21.4	2.19	5679.0	2555.5	3123.4	1.53	21.4	
4.0	14.3	22.5	2.30	5966.5	2684.9	3281.6	1.57	22.5	

車両運動特性検討結果の一部