

船井情報科学振興財団 6月報告書



University of California, San Diego
Bioengineering, Undergraduate

2025 年 6 月 松尾理夏

皆様、2024-2026の学部財団生として University of California, San Diego に在籍しております松尾理夏です。2022年に留学を始め、生体工学専攻として学業に励んでから3年が経過しました。今思い返すと、実に早く感じられます。

まず、貴財団のご支援のおかげで米国にてこのような貴重な経験を積むことができていたため、深く感謝申し上げます。また、卒業後もさらに学業を深めるために大学院進学を目指しております。そのため、大学院留学応募を行うため、ご支援いただけると非常に嬉しいです。よろしくお願いします。さて、今回は半期レポートを書くことで、12月からの6ヶ月間を振り返りたいと思います。

それでは、学業面についてお話ししようと思います。私の通う大学では Quarter 制を採用しているため、1月から3月までの3ヶ月間を Winter Quarter と言います。その期間中に取った授業は4クラスあります。4クラスと聞いて少ないなと思う方も多いのではないのでしょうか。しかし、アメリカの大学では一学期に4クラスの取得が通常です。課題や授業外の時間での実験などもあるので、このような少し緩いスケジュールになっています。レポートの最後に受講クラス一覧を設けましたが、簡単に授業の説明を行います。生体工学専攻に必要な授業は BENG 112A, BENG186B, BENG 168 です。一般教養として、自分の専攻や科学分野と関係のない分野の授業を取らなければなりません。私は、Cognitive Science と Art, Film の分野に決めたので、それらの授業を取りました。これらは、工学や生物学をメインで学んでいる生体工学専攻の者にとっては息抜きのような、新たな世界を広げる授業が多いです。

BENG 112A では、stress や strain の幾何学的な意味や未変形状態 (undeformed state) から変形状態 (deformed state) への移行に伴うひずみ (strain) の数学的定義を学びました。課題を進めるため、Teaching Assistant のオフィスアワーを積極的に活用することが多かったです。このクラスは中間試験と期末試験のみだったのですが、理論的な問題が多かったと感じました。

BENG 186B では、生体計測機器を電気回路でどのように表現するかを学びました。例えば、血圧測定機器のモデルを Wheatstone Bridge を用いた電気回路で表現する方法などです。最終プロジェクトを4人チームで行わなければならなかったのですが、無事乗り越えられそうです。詳しい内容をお話ししますと、独自の生体計測機器をデザインし、シミュレーションを行うというものです。私たちのグループは、様々な肌の色の患

者に最適な Pulse Oximeter の開発を行いました。時間的な問題とリソースが与えられていないため、完全なるシミュレーションは行っていないですが、オンライン上で電気回路と予測されるシグナルに関してのシミュレーションを行いました。今後、さらにブラッシュアップし、IEEE BioCAS 2025(<https://2024.ieee-biocas.org/>)に論文を提出することを目標としています。

BENG 168 Biomolecular Engineering では、分子生物学の分厚い教科書を 3 ヶ月で全てカバーするため、非常に情報量が多い授業でした。しかし、夏季休暇中に行うインターンシップで必須の知識だったため、多くの時間を費やして勉強した甲斐はあったと思います。全ての授業の中で、最も勉強に費やした時間が多かった授業でした。難しい上に、生物学を大学から学んだものとしてはかなり多い情報量だったため、改めて Bioengineering major は大変だと実感しました。

TDGE 127 The Films of Spike Lee では、黒人映画監督 Spike Lee の映画を鑑賞し、人種差別について考えました。未だに白人警察が罪のない黒人を殺すという事件があります。これは長い間アメリカに根強く残る人種差別問題の一つです。さらに、白人・黒人だけでなく、男尊女卑、ユダヤ人・白人・アジア人などの対立もあります。Lee の人種間の壁に足しする熱い思いが伝えわる作品ばかりでした。世の中の声を聞くと、賞賛や批判が多いですが、個人的にはどれも素晴らしかったと思います。

以下が Winter Quarter で受講したクラスです。

- BENG 112A. Soft Tissue Biomechanics
テンソル解析。軟組織の応力、歪み、平衡、構成則。哺乳類組織の生理学への固体力学の応用。粘弾性。有限弾性。軟組織バイオメカニクスにおける問題解決と設計。
- BENG 186B. Principles of Bioinstrumentation Design
生体計測器の設計に関連する生物物理学的現象、変換器、電子工学。電位差および電流差信号と増幅器。生体電位、膜電位、化学センサー。電気的安全性。変位、力、圧力用の機械的変換器。温度センサー。流量センサー。光ベースの計測器。
- BENG 168. Biomolecular Engineering
分子生物学の基礎と組み換え DNA 技術。ゲノムの解読やエネルギー変換、酵素触媒作用、能動輸送を行う生体分子の構造と機能。高分子の代謝。分子診断。タンパク質、ゲノム、細胞、生体分子療法的设计、工学、製造。
- TDGE 127. The Films of Spike Lee
映画製作者の 8~10 本の映画を鑑賞し、そのスタイル、ジャンル、脚本、演出、撮影、繰り返し登場するテーマ、この作品の（アフリカ系）アメリカ史における位置づけ、人種と映画業界の政治、批評家の反応を検証する。

次に、4月から6月の約3ヶ月間（Spring Quarter）に関してお話しします。今現在（6/13）は、Spring Quarterの最終週です。私は期末試験が終わったため、レポートを今夜中に提出し終わることで、長い夏休みに入ります。夏の予定に関しては、後ほど説明致します。

BENG 103B では、まず、自由拡散と促進拡散のメカニズムから始まり、膜や組織内における拡散挙動について定量的に扱いました。さらに、定常状態・非定常状態における濃度勾配と拡散速度の関係について学び、Fickの法則を軸に理論を展開しました。また、対流（convection）による物質移動の理論や、拡散と化学反応が同時に起こる拡散反応系（diffusion-reaction systems）のモデリングも取り扱い、より実用的な視点での理解を深めました。特に、細胞膜を通じた能動輸送（active transport）のように、エネルギーを用いた物質移動プロセスについては、ATPの関与など生物学的背景も踏まえて説明されました。実際の課題では、与えられた流路や拡散係数、反応速度定数などの条件をもとに、Reynolds数（Re）やSchmidt数（Sc）を使って、Sherwood数（Sh）および物質移動係数を求める演習に取り組みました。これらの無次元数の理解は、生体材料や医療機器の設計において極めて重要であり、実践的な数理解析スキルを養う良い訓練となりました。

BENG 112B では、初めに、流体静力学および流体運動学（kinematics）の基礎から学び、連続の式（continuity equation）や運動量保存の法則を用いて、体内の血液の流れや脳脊髄液の動態など、生体内での応用を検討しました。特に重要なのは、ナビエ-ストークス方程式（Navier-Stokes equations）の導出とその生体流体への適用で、定常・非定常流れの両方に対して解析的・数値的に解く方法を学びました。循環系の中でも特に動脈や毛細血管などの狭小空間における粘性流体の流れを対象に、Poiseuilleの法則を利用して圧力損失や速度分布を計算する問題が多く出題されました。また、後半では細胞にかかる機械的ストレス（mechanical stress）や細胞膜の変形挙動についても扱い、細胞スケールの流体力学とメカノバイオロジー（mechanobiology）の接点について議論しました。

BENG 172 では、解剖や実験を通じて生体組織の特性を観察し、粘弾性、心電図、血液レオロジーなど多様なトピックを扱いました。特に、鶏の脚の解剖では、ACLが膝関節の安定性に与える影響について理解を深めることができました。また、ブタの血液を用いた粘度測定実験では、せん断速度依存性を確認し、酸素運搬能力との関連も考察しました。

BENG 187A では、1年間かけて行う設計プロジェクトの準備として、ニーズ評価、設計仕様、制約条件の整理を行いました。バイオエンジニアリングの設計プロジェクトに向けて計画を立てるのですが、無事にプロジェクトのテーマが決定しました。私たちのプロジェクトは、「手術中に脊椎器具がさらされる乾燥環境を再現する試験治具の開発」です。この治具は、さまざまな大きさの脊椎装置に対応し、一定の力を加えてそれを維持し、実際の手術時に近い環境で器具の耐久性を評価することが求められます。特に、試験中に試験片が開いたり、膨張・収縮したりする際に、全体に均一な力を加え続けることが設計の難点です。このプ

プロジェクトは来年度を通して取り組む予定であり、できれば特許の取得も視野に入れていきます。

COGS 112 では、ユーモアの心理学的・哲学的・進化論的な側面を学びました。ジョークの構造や人間の笑いのメカニズムについて、科学的に探求する授業であり、最終プロジェクトではピターラビットの映画がなぜ面白いかの評価を行いました。最終プレゼンテーションはクラスの前で行い、Benign Violation theory（規範が軽度には違反されたときに笑いが生まれるという理論）、Reversal theory（人が認知的枠組みを切り替えることで楽しみを得るという理論）、superiority theory（他者より優位に立つことで笑いが生まれるという理論）が盛んに使われていることが鍵であると考察しました。

以下が Spring Quarter で受講したクラスです。

- **BENG 103B. Bioengineering Mass Transfer**
固体、液体、気体における物質移動とその生物系への応用について学びます。自由拡散、促進拡散、対流物質移動、拡散反応現象、能動輸送、生物学的物質移動係数、定常・非定常状態におけるフラックスと駆動力の関係などが取り上げられます。
- **BENG 112B. Fluid and Cell Biomechanics**
流体静力学と流体力学の基礎から、循環系における流れ運動学、保存則、粘性生体流体、生体高分子や細胞力学、メカノバイオロジーまで幅広く扱います。設計と問題解決を通じて理解を深めています。
- **BENG 172. Bioengineering Laboratory**
バイオメカニクスの基本概念や設計プロセス、動物組織を用いた実験手法を学ぶ実験科目です。データ収集やモデリング、統計解析も行い、動脈、筋肉、心臓の力学、活動電位、粘弾性、心電図、血液レオロジーに関する実験を通じて理解を深めます。
- **BENG 187A. Bioengineering Design Project: Planning**
生体工学の設計プロジェクトに向けて、計画立案や技術仕様の策定、ニーズ評価、設計要件や制約条件の洗い出しなどを行います。ゲストレクチャーもあり、臨床や生物学だけでなく工学分野にも幅広く触れられる点が特徴です。
- **COGS 112. Humor（選択科目：一般教養）**
ユーモアや笑いの心理学、哲学、進化的起源について学びます。なぜあるジョークが面白いのか？なぜ人は笑うのか？といった疑問に科学的にアプローチしています。学業の合間の良い息抜きとしても楽しんでいます。

最後に、最近のマイブームをご紹介します。これまで続けていたバレーボールに加え、最近はランニングと、これまでの人生で3時間ほどしかやったことのなかったサッカーに挑戦しています。短時間でもかなりの運動量で、体力的にはきついですが、走り終えた後の爽快感がクセになります。新しいことに挑戦するのはとても楽しいです。