

構造用金属材料の特性を柱とする研究歴と科学技術人材育成への思い*

三 島 良 直**

1. はじめに

この度栄誉ある日本金属学会賞を受賞することになりました。日本金属学会はもとよりこれまでご指導・ご鞭撻を頂いた数々の恩師と関連分野の研究者の皆様方に心からお礼申し上げます。そして東京工業大学(以下東工大)の研究室において研究生活を共に過ごした多くの卒業生の皆様には多くの楽しい思い出を重ねて頂き、私の教員時代は大いに豊かなものになりました。有難うございました。

さてこの度学会賞受賞に当たり記念講演のご依頼を頂きました。さてどのような内容にしようかと随分と考えました。何しろ研究者としての生活から、2005年あたりから大学の運営を主軸として、文部科学省をはじめとして経済産業省、財務省といった省庁の様々な審議会をはじめとする幅広い分野の委員会、また様々な財団等の委員会や日本国際賞等の審査委員会への出席が主体の活動となっており、以来15年以上が経過しております。このような現状において私自身の材料分野の研究者としての成果をお話ししようにも昔話になってしまうし、またすでに手元に十分な資料もなく中途半端なものになって却って失礼だと考えました。そこで私が学部・大学院で金属工学を学び、その後留学して学位を取得し、母校へ戻って教育者、研究者としての数十年について、また東工大学長としての5年半、そしてその後の活動を含めてこれまでににおかれた環境、その中で目指したこと、苦しかったこと嬉しかったことなどについて振り返ることにしました。

2. 大学へ進むまでの環境

東京都豊島区の日白小学校を卒業し、1962年4月(昭和37年)に練馬区の6年制私立武蔵中学・高等学校に入学し、同43年(1968年)に卒業しました。この私立武蔵中学・高等学校は1922年の創立であり2022年には創立100周年の行事がありました。ご承知の方も多いと思いますが、祖父三島徳七、父三島良績はともに東京大学(以下東大)の工学部冶金学科(現在のマテリアル工学科)の出身で、私の中学・高校在学中祖父はすでに同大学の名誉教授であり、父は原子力工学科の現役教授でした。従って、このような環境であったことから自然に金属材料については門前の小僧であったわけで、さらに父の書斎にはチタンやアルミニウムの鋳塊やベリリウムの板などの非鉄金属材料が置いてあり、金属材料の種類によって比重が大きく異なることなどを身近に感じていたことは確かです。また一方で当時は東京の開成、麻布の2つの私立進学校に並んで大学入試への御三家と呼ばれていた高校を卒業したことから、当然のように卒業後は東大へ進みたいと思っていました。

しかし高校3年を終えたいわゆる現役での大学受験では僅くも不合格となり浪人生活に入ったわけですが、当時の日本は安保闘争、すなわち日米安全保障条約改定に反対する一大運動が1960年代にピークを迎え、多くの大学では学生によりキャンパスが封鎖される事態が頻発する状況でした。この闘争のピーク、あるいは象徴と言われるのは東大本郷キャンパスの安田講堂を占拠していた過激派学生を大学から依頼を受けた警視庁が1969年(昭和44年)1月18日から1月19日に封鎖解除を行った事件でした。そしてその影響により2

* 2023年3月8日、日本金属学会第172回春期講演大会にて講演。

** 国立研究開発法人 日本医療研究開発機構；理事長(〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-7-1) 東京工業大学；名誉教授、前学長

A Contribution to the Research on the Development of Metallic Structural Materials and a Wish for Human Resource Development in the Field of Science and Technology; Yoshinao Mishima*(*Japan Agency for Medical Research and Development, Tokyo, President. Tokyo Institute of Technology, Professor Emeritus, the Immediate Past President)

Keywords: *mechanical property, micro-structure control, heat treatment, metallic structural materials, phase diagram, higher education, human resource development*

2022年11月29日受理[doi:10.2320/materia.62.295]

月にはその年の東大の入試が中止になるという発表があり、一浪で迎える入試は急遽東工大を選択しました。

この間の出来事について強く記憶していることは、現役受験で東京大学を不合格になったことについて、東京大学駒場キャンパステニスコート(だったと記憶しています)での合格発表から帰宅したとき当時同居していた祖父が、残念だったろうがこのことはきっとあなたの将来役に立つ経験になるよ、と言ってくれたことでした。



図1 祖父三島徳七(後列右), 父三島良績(後列左), 他伯父, 兄, 従兄弟達と, 1959年(前列真ん中が筆者)。

3. 東京工業大学金属工学科・専攻時代

そして1969年4月に東工大に入学することが出来ました。入学はしましたが東工大岡山キャンパスは過激派学生により封鎖されており正門にバリケードが張られていました。入学試験そのものも予備校でしたし、合格発表は速達で自宅にということで、それが配達される予定の日(3月中旬だったと思います)は朝からそわそわするばかりでした(図1)。

もちろん入学式はなく、また授業もない日々が過ぎていきましたが大学としても新入生に何とか大学での教育を受けさせたいとの配慮から数名のグループで割り当てられた大学教員の自宅へ定期的に通うという方法がとられました。講義というより、先生のお話を伺うというスタイルで当時は「寺子屋教育」と呼ばれました。そしてついに7月になって警察により封鎖が解除され、その後のキャンパス整備を待って、9月には講義が再開されました。入学1年目の講義は翌年3月31日まで続いたことを覚えています。

当時の東工大の入学定員は800名で1969年入学の女子学生は4名という時代でした。突貫での1年生科目を終えて2年目に入ると学科所属が行われました。どの学科に所属するかは学生の希望をベースにしますが当時は1年に単位を取った科目のうち指定された14科目の合計点について成績の良い学生の希望が優先されました。理学系学科に所属するには工学系より相当良い点が必要でしたが、私は第一希望の工学部金属工学科に所属することが出来ました。金属工学を目指すことについて父は2代続いた専門を続けることにはあまり賛成でなかったことを覚えています。

さて金属工学科2年生となり、まずは2年間基礎をしっかり学んで4年生になるときに卒業研究のための研究室所属を目指すことになりました。当時の金属工学科の教員そして講義や実験の中身についてはよく覚えています。とてもユニークな先生方がそれぞれに工夫を凝らした講義をされていたことが印象に残っていますが、何しろ今から50年前の大学ですから先生方と学生の上下関係がしっかりしていたこと、また先生方が時間をかけて学生に丁寧に教えて下さっていたことにおいてとても良い時代だったと思います。

そして4年生となり卒業研究のための研究室所属については当時大岡山キャンパスに置かれていた4つある東工大の附置研の中の一つである精密工学研究所の金属系協力講座の田中 実教授(故人)を指導教員に選ぶことが出来ました。初めて先生の教官室にご挨拶に伺った時のこともよく覚えていますが大変重厚で、物静かなお話し方をなさる先生から、研究テーマはマルエージ鋼の組織と強度の関係とすること、そしてまずはこれを読んで勉強するようにと2件の英文論文のコピーを頂いた事がとても嬉しかったことを覚えています。そして田中教授の研究室は研究所の他の3つの研究室と連携しながら研究を進めていたことも私にとってはとても有意義なことでした。それらは状態図と相変態を専門とする鈴木朝夫助教授(当時、助教授)、金属材料の様々な破壊機構とその実験的測定を専門とする当時布村成具助教授(後教授、故人)、金属系複合材料の力学特性を専門とする故梅川壮吉教授(故人)でそれぞれに研究室を構成していました。これらの分野の研究室の助教授、助手、学部生、大学院生と輪講を共にし、また卒業研究にとり組めたことは知識の幅を広げるとともに多角的な見方ができることにつながり、この環境で大学院修士課程まで進むことを決める要因となりました。

1973年学部を卒業し、同じ研究室環境において大学院金属工学専攻修士課程に進んだ私は卒業論文の研究をさらに発展させることにより、修士論文「Fe-Ni-Ti マルエージ鋼に関する研究」をまとめて工学修士(現在の修士(工学))の学位を取得することが出来ました。その過程において当然のことながら修士課程の1年目後半になってその後の進路について考え始めました。そこからの1年は私の人生にとって大きな節目となりました。当時の大学院課程修了後の進路については専攻長に希望を提出することで、就職の場合はその後専攻の就職担当教員と志望先についての調整になっていたと思います。私の祖父、父の時代は就職ではなく大学に残る希望を認められるとまずは助手として研究室に残って研究を続け、指導教官のもとで博士論文をまとめ、学会誌などへの掲載論文数などを含めた学位審査に合格して博士号を取得していたと記憶しています。私の時代、そして現在も修士課程は博士前期課程であり、博士の学位に臨む場合は博士後期課程へ進学することになり(いわゆる課程博士)、進学審査に合格することが必要です。そこでまず考えなくてはならないことは祖父と父の跡を目指して博士後期課程に進学するか、自分には就職が向いているのかについてでした。学生の就職に関する行事には金属工学科3年生を終えた春休みには工場見

学旅行が毎年企画され、またその夏には数週間の工場実習を希望することも可能でした。私は修士論文までマルエージ鋼の研究をしていたため、それらの見学や実習(当時の新日鉄室蘭製鉄所)においては鉄鋼関連の企業に興味があり、特に大手の大型鍛造を得意とする企業に魅力を感じていました。このことについて祖父や父に意見を聞いたりすることはしなかったと記憶していますが、結論としては博士後期課程進学を選びました。

しかし次にもう一つの課題に悩むことになりました。それは学部から同じ大学で、また同じ環境で博士の学位を目指すので良いか、さらに祖父や父と同じ分野の研究者としての道を歩むからには2人は経験していない特徴・強みを持ちたいと思い始めていたことです。そして修士2年の夏、ひらめいたことは留学でした。海外の一流の大学で金属材料の分野の研究を通してPh.Dを目指すのはどうかでした。このことを当時NASAのAIMES研究所(所在地はカリフォルニア・マウンテンビュー)で数年滞在したご経験を持つ前述の梅川壮吉先生にご相談し上げると、それは良いと賛成して下さい、そういうことなら東工大金属工学科関係からこれまでに留学あるいは長期滞在経験者が出ていないUniversity of California, Berkeley(以下UCB)に挑戦してはどうかというお話を伺うことが出来ました。この時点でこれだな、と思い目の前が開けたことを鮮明に覚えています。

この時から翌1975年4月からの留学へ向けた準備を始めました。そして間もなく、まず両親はかなり強い反対、また東工大金属工学科の先生方も多くは反対という状況がわかりました。理由は共通であって、「東工大で博士の学位を取得し、大学・企業を問わず職を得てからいくらかでも海外を経験する機会はある。そして今海外に長期出てしまうと海外の学位取得後の日本での職(特にアカデミアでの職を指していたと思います)を得るのに損になる。」というものでした。しかし当時の私にはこの理由については全く説得力を感じず、「ここで海外に出るからこそ意味があるんだ」と軸をぶらさずに進めていきました。

当時のUCBには鉄鋼材料としてよく知られているTRIP (Transformation Induced Plasticity)鋼に関する最初の研究(ASM Trans. Quart., 62(1967), p.252)を発表したV. F. Zackay教授が率いる研究室があり、まずはこの先生に博士課程学生として受け入れてもらえるかのLetterを送ることから始めました。この最初の作業は梅川教授の英文添削などのご指導のお陰を持って一応の成功を見ることが出来ました。「一応」の意味は1975年4月から始まるSpring Quarter(当時のUCBはクォーター制)での受け入れは条件が揃えば認めるが、その際に支給すべきRA (Research Assistantship)の確保は現在できていない。間に合うように努力するとあったからでした。

次のハードルはアメリカ合衆国やカナダの大学院へ進学するのに必要な共通試験GRE(Graduate Record Examination)という科目別のテスト、そしてTOEFLがあり、あとは東工大での学部・大学院修士課程の成績証明書があったと思いま

す。GREは数学、物理の科目があったように思いますが難易度は低く、英語科目はあまり出来なかったと思いますが合格はしました。英語力についてはTOEFLにおいて最も壁が高く、記憶では当時のUCBは550点が求められていましたが520点ほどしか取れなかったため最初のクォーターで外国人学生用の英語科目2つを受講する条件をもってOKが出ました。これらのハードルについては勿論合格のための成績は重要ですが、これらのテストが受けられる月日が年ごとに決まっていたため私にとっては留学をスタートしたい時期に間に合うように結果を手に入れ、先方の大学に送って審査が終わるかがぎりぎりの滑り込みだったと記憶しています。

そして条件が整い、修士論文発表会は無事に終えましたがカリフォルニアに向けて旅立ったのは大学院修了式出席は叶わず1975年3月25日でした。留学に当初反対であった両親にはサンフランシスコまでの旅費と当面の生活費を負担してもらいとても有難く感謝しました。ただ、UCBでスタートするときのRA(約800ドル/月だったと思います)は無事にZackay教授から支給していただけることが出来たことにはホッとしました。

4. UCBでの6年の経験

当時UCBのDepartment of Material Science and Engineering(以下D. MSE)教授陣は先に挙げた鉄鋼材料のV. F. Zackayと同僚のE. R. Parker、電子顕微鏡のG. Thomas、転移論のJ. Washburn、熱力学・相変態のJ. W. Morris、そして第一原理計算のD. de. Fontaineらの錚々たるメンバーであり、その後MIT教授を経てUCB教授となった破壊力学で著名なR. O. Ritchieは私が在籍していたころはポスドクでした。また、学期中には外部から招いた教授による特別講義が開講されましたがマルテンサイト変態の結晶学で有名なG. V. Kurdjumov先生や析出強化機構で有名なE. Orowan先生の講義を聴講して感激したことを覚えています。

Zackay教授とParker教授の研究室はUCBキャンパスの東側に位置する丘の上にあるLawrence Berkeley Laboratory (LBL)のBldg.62にあり、MSE以外の研究者も在籍する研究環境の整った環境にありました。私の学位を目指す研究は鉄鋼材料の相界面析出を利用した高強度材料開発の基礎研究でした。この研究テーマには1973年の第4次中東戦争勃発に際し、アラブ石油輸出国機構(OAPEC)が石油の減産・禁輸を行ったいわゆるオイルショックをエネルギーの石油依存への警鐘ととらえて石炭のガス化や液化技術が注目を浴びていた背景がありました。ガス化技術においては加圧水型原子力用に比べて圧力容器肉厚が大きくなることが予測されるために、鋼板の強度を得るための熱処理プロセスに工夫が必要と考えられていました。すなわちオーステナイトからの無拡散変態と焼戻しではなく、肉厚方向全域に同じ組織を得るために連続冷却中にオーステナイト(γ)相からフェライト(α)相が形成する際の界面に合金炭化物を析出させる方

式による材料設計を発想していました．より具体的には炭素鋼に合金炭化物を形成する元素である V, Mo, W 等を添加することで γ 単相域から連続冷却する過程で α 相の生成に伴いその界面に VC, MoC, あるいは WC が析出すること、すなわち相界面析出と名付けられた現象がすでに報告されていました．私の課題はこの時の鋼の組成とさまざまな冷却速度での合金炭化物の形状、分散状態と析出量を制御することで目的の強度等の特性を付与するために資する基礎研究でした．Ph.D を取得するまでにはほぼ 4 年半かかりましたがこの間の多くの経験と素晴らしい仲間との研究生活は今思えば私の人生の大きな糧となりました．そして現役での大学受験に失敗した時に祖父に励まして頂いたことが実現したのか、と思いました(図 2)．



図 2 学位記を手にして同僚の Dr. John Wert と自宅で乾杯、1979 年 Berkeley にて．(オンラインカラー)

このように学位取得のための研究に従事する中で、すでに覚悟はしていたことですが米国の大学では博士課程においても(日本で言う修士課程を含めて)30単位の取得が必要でした．日本で修士課程を終えているため単位の一部は免除されましたが講義においては大変な量の宿題と中間・期末試験があり、実験科目とのセットの講義では多くの課題に実際の装置を使って取り組みレポートを作成しなくてはならないことで相当の時間を取られました．特に UCB の大学院生としてスタートした 4 月からのクォーターはたった 2 つの科目と、TOEFL の点数が低かったことから必須となった 2 つの英会話クラスをこなすだけで終わってしまいました．

このような UCB での教育についての経験は博士課程においても想像を超える厳しさでしたが、学位取得後に学部生の TA を何度も経験したことで学部生への指導の厳しさと教員の努力にも本当に感心しました．この件については後章で高等教育についての考察で触れたいと思います．

5. 東工大へ戻っての教育と研究

UCB 留学により念願の Ph.D を取得した後、約 1 年半 D. MSE においてポスドクを務めました．将来についてはもう少し米国に滞在したいと思い就職活動を始めていましたが、ちょうどその頃に留学することについてお世話になった梅川教授から東工大に戻ってこないかとお誘いを頂きました．当

時としては大変に幸運であったと思い、先生のご厚意に答えることに決めて 1980 年 12 月に帰国しました．翌 1981 年 5 月には卒論・修士課程でのマルエージ鋼の研究を指導していただいた精密工学研究所の熱処理工学部門の鈴木朝夫助教授のもとに助手として採用していただきました．爾来、1997 年 3 月までは東工大総合理工学研究科の材料物理科学専攻の協力講座教員として、また以降 2012 年 3 月まで同研究科基幹講座教員として、またこれらを通じて東工大工学部金属工学科教員を併任して東工大の教育と研究に注力しました．

まずこの間の研究業績について主なものを以下に簡潔にまとめます．

(1) Ni および Co 基型金属間化合物と超合金の研究開発

多元系超合金開発の基盤研究として γ -Ni 固溶体母相および γ' -Ni₃Al の相平衡に関して、Ni-Al-X 3 元系状態図に関する系統的な研究を実施し、添加元素 X の Ni や Al への置換傾向という観点から整理し、金属間化合物における置換挙動を最近接原子間の相互作用から分類可能な式表現を提案し熱力学的解釈を加えました．また、組織安定性が γ マトリックスと γ' 析出物の整合性に強く依存することから、格子定数ミスマッチに及ぼす添加元素 X の影響を詳細に調べるとともに、第 3 元素添加により溶液から育成した多数の Ni₃Al-X 単結晶の機械的性質とクリープ特性を調べ、相安定性との関連を解明し、多数の L1₂ 型金属間化合物の強度の温度依存性を APB 型や SISF 型などの面欠陥のタイプにより整理しました．Co-Al や Fe-Al 基合金では γ' に代わるアルミナイドに着目し、炭素により L1₂ 類似構造を安定化した E2₁ 基合金や B2 CoAl と γ Co を組み合わせた二相合金に関して、基礎からタービンの試作まで行い、これら新規超合金開発の基礎を築きました．

(2) Nb 基を主体とする超高温構造材料の研究開発

エネルギー効率の向上に資するタービンプレードの動作温度上昇を目指し、Nb や Mo などの耐火金属と耐酸化性を付与する Si とを主要構成元素とする超高温材料について、その組織と強度・靱性の関係を明らかにしました．シリサイドの優れた高温強度を損なうことなく靱性が低いという欠点を克服するため、凝固プロセスを制御してシリサイド母相内に連続繊維状の延性相が整列配向した組織を作り込むことに成功し、第三世代単結晶 Ni 基超合金を遙かに凌ぐ高温強度と良好な室温靱性の両立が可能であることを実証しました．この組織設計指針は、他のシリサイド合金においても強度・靱性バランスの実現に有効であると認められています．また、Nb 基合金の相平衡に対する添加元素の影響を明らかにすると共に、高度な組織解析手法を駆使した高温変形機構や酸化機構の解明など、強制冷却を必要としない次世代タービンプレード開発の基礎を築きました．

(3) 機能性金属間化合物、特に熱電材料に関する研究開発

機能性金属間化合物、特に熱電材料に関して、相平衡に基

づく組織制御の知見をベースに先駆的な研究を行いました。環境低負荷元素で構成されるCoSi系、 β -FeSi₂系、MnSi_{2-x}系などの遷移金属シリサイド、さらにはハーフホイスラーTiNiSn系に注力し、その材料設計を体系的に展開しました。真性半導体 β -FeSi₂はCo添加でN型、Mn添加でP型に作り分けできる利点を持ちますが、包析反応と共析反応の固相反応で形成されるため、均質な β 単相の作製には長時間の熱処理が必要となります。この解決を目指して状態図情報を整備し、 β 単相組織の形成過程を検討しました。特にCu添加に対して電気抵抗変化による β 単相化速度の評価から、Cu添加は単相化を促進しますが、それに伴う相平衡変化が β 単相化を妨げる効果を持つことなど明らかにしました。このように、実用化に資する高熱電無次元性能指数ZT値を目指した熱電金属間化合物の開発の基礎を築くことに役割を果たしたと思います。

以上、私が研究室のメンバーと共に作り上げてきた業績概要ですが、私にとって教員として掛け替えのない経験は学生達との研究室生活でした。助手時代から教授職を辞するまでの30年間、常に複数の研究室とかなり緊密な体制で過ごしたことでおそらく200人以上の学生達と研究に、スポーツに遊びに、そして飲み会で同じ時間を共有してきたと思います。私が出会い、共に過ごした多くの卒業生・修了生がアカデミアや企業で、あるいは思いがけない分野で活躍していることを知るのは何よりうれしいものです。

さらに研究面においても学会や研究会を通して出会う同世代の優秀な研究者や伸び盛りの若手研究者との交流からどれだけ自分が刺激を受け、見識を広げることが出来たかも計り知れない幸運でした。先に述べた研究業績の中では構造材か機能材は問わず金属間化合物分野については特に印象に残っており、UCBへの留学を終えて東工大に戻り、最初の国際会議で講演したのが1984年に米国Bostonで開催されたMRS (Materials Research Society) 秋季シンポジウムでのHigh Temperature Ordered Intermetallicsというセッションでした。それ以来このセッションは2年おきに同じ場所で開催され私も多数回出席しました。この舞台では会を重ねるたびに日本からの若い研究者が続々と育っていき、日本の金属間化合物研究のレベルは世界トップクラスになりました。この状況に呼応して日本金属学会でも春秋の講演大会では多くの金属間化合物に関する講演が行われ、また毎回の講演大会ではこの分野の研究者が多いときは50人以上集まって会期中に懇親会を持ったことも楽しい記憶として残っています。さらにその多くの研究者の中から数名が近年金属学会の幹部を務めていて望外の喜びとするところです。勿論関連の様々な国際会議で出会った多くの海外の研究者との交流にも多くの思い出があり、50代前半までが自分の研究生活でのピークであったと思います。

6. 東京工業大学の改革；第27代学長として

2005年56歳の時に大学院総合理工学研究科選出の東工大

評議員を兼務し、また2006年度からは総合理工学研究科の研究科長を2期4年兼務することとなりました。一方で(一社)日本熱処理協会の国際活動で1990年代から協力体制にあった英国ロンドンに本拠を置くInternational Federation for Heat Treatment and Surface Engineering (IFHTSE)のPresidentを2006年から2年間勤めたこと等、研究者としての時間が少なくなって行きました。そして2011年東工大理事副学長(教育・国際担当)を経て2012年10月に学長を拝命しました。この間、そして特に2011年春以降、私と長い間共同研究をしていた木村好里准教授(当時、2019年から教授)には研究室の運営をすべてお任せしてきました。心からお礼を申し上げます。

学長を拝命することになってまず取り組むべきこととしたのは東工大の教育・研究の改革とこれに必要なガバナンス改革でした。就任直後に若手教員3名に東工大卒で往年の科学技術庁を経て文部科学省で活躍された方に協力を依頼して学長補佐室を立ち上げました。改革の大きな目的は東工大の教育・研究を世界トップレベルに伍すものにする事で、目指すは「世界トップ10に入る科学技術系大学にする」と打ち出しました。そしてその目標に向けてまずは東工大の教育改革に着手しましたが、その強い動機としてこれまでお話しした私の若き日の経験があります。

まずは武蔵中学・高校時代の6年ですが、同校には100年前の開校以来以下の三理想という教育方針が掲げられています。それは、1. 東西文化融合の理想を遂行できる人物、2. 世界に雄飛するにたえる人物、3. 自ら調べ自ら考える力ある人物の育成です。これらのことは私の心にはずっと響いていたことであり、最初の2項はまさに今で言うグローバル時代に世界を舞台に活躍できる人物を目指せということであり、3項目はごく普通の表現に見えますが武蔵中学・高等学校において最も特徴とする教育手法により一人一人の学生が全く自由に成長していき、非常に個性的な人物が多く輩出されることは現在に至っても変わりません。

2つ目の動機はUCBでの留学経験です。まず一言で言うと講義・演習にかける教員の熱心さには驚きました。前述しましたが、私が在籍した大学院修士・博士課程でも各講義・実験演習において、前述したように私にとっては最初の1学期10週間に2科目を履修登録するだけでほぼ手一杯でした。このような環境で講義・演習に取り組みますが、成績については非常に厳格でA, B, Cの各段階に+と-がつきますがPh.Dを修了するにはG.P.A3.5以上が要求されるので必死でした。講義ごとに開講中の各週に担当教員やTAのオフィスアワーの曜日と時間が用意されているのでいつでも質問にいかすし、中間、期末テストの過去問題と解答を見ることができました(図3)。

このような経験を通じてUCBでは学部、大学院それぞれの過程で学生が十分に鍛えられるということを肌で感じました。特に学部での基礎教育においては宿題として多くの演習問題に取り組むことで基礎理論への理解を身につけることが出来るという印象を持ちました。すなわち学部の間に自分が

