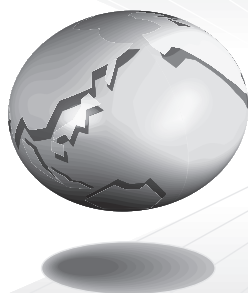


## 学術交流委員会だより



# 平成 24 年度 海外短期留学報告書

## ミネソタ大学短期留学報告書

派遣員 中口裕二 熊本大学医学部附属病院

留学先：ミネソタ大学医療センター放射線治療センター  
期 間：2012年8月6日～2012年9月6日

### 1. ミネソタ大学留学への準備

私は短期留学に先立ち、シャーロットで開催された米国医学物理学会(AAPM)に参加した。AAPMには数年前から参加しており、今回お世話になった渡邊洋一先生には数年前にAAPMの会場で、熊本大学の荒木先生に紹介していただいた。留学の意思を渡邊先生に伝え、留学に向けて準備を行ってきた。今回もAAPMの会場でお会いすることができ、ミネソタ大学での研究の打ち合わせができた。1カ月という短い期間であるため、事前にメールでも研究内容について打ち合わせを行った。

渡邊先生はミネソタ大学の医学物理教室の教授で、ミネソタ大学の放射線治療センターの物理部門の責任者である(Photo 1)。今回の留学に関しても、留学前から諸手続きなどでお世話になった。

渡米の目的が研究となると、ビザが必要となる。今回は、研究・研修者用のビザ(Jビザ)を手配してもらった。ミネソタ大学から申請書を取り寄せる必要があり、ミネソタ大学からの申請書の発行に関して、英文での学位証明、履歴書、業務経歴書、銀行口座残高証明等々が必要で、更に米国大使館での申請、面接を経てJビザを取得した。近年の米国の経済状況、治安状況から、ビザの発行に関して審査が厳しいようである。多少のトラブルがあったが、出発3週間前ようやくビザが届き、7月28日に無事に熊本を出発できたときは、既に感無量であった。

### 2. 第54回米国医学物理学会学術大会(AAPM)

AAPMは、米国医学物理学会であるが、実際には世

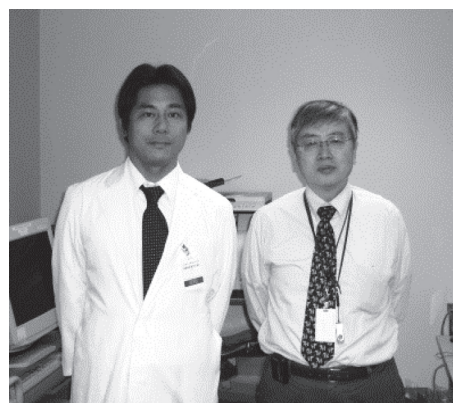


Photo 1 渡邊先生と UMMC で(左 筆者, 右 渡邊先生)

界の医学物理を米国がリードしているのが現状で、米国のみならず各国から演題が出されていた。アジアでは日本からの演題が30演題程度で、あとはオーストラリア、タイ、韓国が同じ程度の演題数であったように感じた。今回は、日本人会でも講演が行われ有意義な学会参加となった。

### 3. ミネソタ大学医療センター放射線治療センター(UMMC)

ミネソタ大学は1851年に設立された州立大学で、ミネソタ州内に四つのキャンパスを有している。学生数は5万人を超え、全米でも2番目に多い学生数である。大学関係者、学生以外の人々もミネソタ大学に対し、敬意を持っており、まさに地域の誇り、シンボリックな存在である。ミネソタ大学医療センター(UMMC)はメインキャンパスであるツインシティ校のイーストバンク地

Table UMMC の設備と人員. ( )内はレジデントおよびパートタイム職員

職種名(和文)	職種名(英文)	人数	基本的な役割
放射線腫瘍医	radiation oncologist	5(2)	診察, 治療計画の指示, 承認, 研究と教育
医学物理士	medical physicist	5(1)	IMRT, VMAT の治療計画, 品質管理業務, 研究と教育
線量計算士	medical dosimetrist	3	治療計画, R&V システムへの患者登録
放射線治療技師	radiation therapist	9(2)	照射業務, 治療計画用 CT 撮影業務
正看護師	registered nurse	4	患者ケア
医療技術員	medical engineer	3	機器の調整, 修理, 補償材の制作
リニアック	Varian 21 EX		1 cmMLC, エネルギー 6, 25 MV
	Elekta Synergy		1 cmMLC, エネルギー 6, 10, 18 MV, IGRT
	TomoTherapy		エネルギー 6 MV
小線源治療	Nucletron V2		192Ir-HDR
	Gamma Knife		
治療計画用 CT	Phillips Brilliance		16 列 MDCT, アイソセンタ投光機能
治療計画装置	Phillips Pinnacle ver9.2		6 台

区に位置し, 市内中心部からも近く, アクセスも良好である。

Table に UMMC の設備, 人員を示す。本邦と比較すると, リニアック数に比較して人員, 人材の豊富さは羨ましい限りである。ただし, 機器に関しては古い機器も健在であり, 線量測定で使う電位計などはかなり古いものを使用していた。治療件数としては, 1 日あたり 80 人程度の治療を行っており, リニアック 1 台あたり 20 人程度である。そのうち体幹部定位放射線治療(SBRT)や強度変調放射線治療(IMRT)のような高精度放射線治療は 30 件程度であった。治療患者全体に対する高精度放射線治療の割合は, 本邦と比較すると高いようである。患者一人あたり通常外部放射線治療で 15 分, IMRT / 画像誘導放射線治療(image-guided radiotherapy : IGRT)で 30 分の時間枠が用意されており, 日本に比べゆっくりとしたスケジュールである。また, ほとんどが外来での照射であり, 入院にて治療をするのは重篤な症状を併発している患者のみであった。IMRT や SBRT の線量処方, 治療計画に関しては, 日本と大差はなく, 同じような放射線治療が行われていた。特に, 印象深かったのは, 比較的全身状態の良好な外来患者が多く, 本邦に見られる対処療法や緩和治療の患者の割合が少なかったことである。これは, 放射線治療に関する診療報酬システムの違いや患者, 医療スタッフの放射線治療に対する治療成績の期待の違いがあるように思った。

私はこの放射線治療施設で, 外部研究員(visiting fellow)という待遇で研修を行うことになった。日ごろは病院スタッフとして働いている私にとっては, 場違いな印象を受けたが, こちらでは, このステイタスが普通のようにだった。留学の目的は UMMC における, 高精度放

射線治療の品質保証, 品質管理(quality assurance: QA, quality control: QC)の現状の視察と技術習得を行い, 日本の現状に則した QA, QC を考案し, 放射線治療に関する研究を行うことであった。

#### 4. UMMC における医学物理士

日本での医学物理士や診療放射線技師は, UMMC での医学物理士, 線量計算士, 放射線治療技師の 3 役を担っている。最も近い業務は医学物理士の業務であるため, 今回の研修では, 主に医学物理士のスタッフの業務を視察した。

UMMC での医学物理士の主な業務は, 臨床業務と研究・教育に分けることができる。臨床業務としては, 担当している機器の定期 QA, QC の実施, 担当患者の治療計画および検証, 1 週間ごとの実施済み治療のチェックが挙げられる。各自担当の放射線治療機器があり, 患者照射の空き時間や照射終了後に定期 QA, QC, 患者の線量 QA を実施する。通常, 患者の治療が午後 4 時ぐらいに終わるため, それから QA, QC を実施する。もしくは, 昼休みや早朝の空き時間を利用して実施する。定期 QA, QC に関しては, 医学物理士が学生(大学院生)を担当していれば, 学生に行わせている場合もあった。また, 1 週間ごとの実施済み治療のチェックは, チャートチェックと呼ばれていて, R&V システム(MOZAIQ)を用いて担当の患者の治療が正しく行われているかをチェックする。すべての業務レポートは, web 上で確認でき, 患者の線量 QA などの重要な業務については, 他の医学物理士によるチェックが必要となっていた。医学物理士の業務は, 確認, チェック業務が非常に多い印象を受けた。その他の業務としてオ

ンコール業務があり、交代で割り当てられていた。1週間に1日程度の担当割合である。当番の日は、治療計画が完了した患者の照射前の確認、小線源治療での照射前後のサーバイメータによる線量測定および機械の動作不良などの問題に対する対処である。放射線治療技師は機器の故障、不具合には一切関知しない。その他、医学物理士の業務で対応者がいない場合も対応にあたる。雑用係のような業務である。したがって、担当日は頻繁に各現場に呼ばれるため、忙しい1日となる。

研究、教育については、主に臨床業務に即した研究内容が実施される。また、研究、教育の業務全体における割合は、各個人で決められおり、個人によって割合が違ふ。研究、教育の割合が多い医学物理士は、論文発表が業績として求められる。多くの医学物理士は臨床業務を主体としており、週に1度設けられた研究日に研究を実施していた。教育に関しては医学物理レジデントや医学物理学の学生(大学院生)に対して臨床教員としての技術指導や、講義を持っていれば授業も実施する必要がある。

しかし、これらは大学に勤務する医学物理士であり、民間病院に勤務する医学物理士は、業務のほとんどが臨床業務である。今回、UMMCの医学物理レジデントと研究と臨床業務について話をする機会があったが、彼は研究には余り興味がないのと、仕事以外の娯楽を楽しみたいので、大学病院以外で職を探すと話していた。彼に言わせれば、このスタイルが一般的な医学物理士であるとのことであった。

医学物理士や放射線腫瘍医には、定時就業時間や残業という概念はなく、自分の業務がある場合は、朝早くから業務するが、担当の業務がなければ、自由に時間を使える。自分で業務のスケジュールを決定する。しかし、次に紹介する放射線治療技師や線量計算士は、ある程度決まった時間内で業務を行っていた。

しかし、私が最も驚いたことは、渡邊先生は教授であるが、他の医学物理士同様、担当の機器、患者、定期QA、QCが決まっており、先生自らリニアックを操作し、QA、QCを行っている姿は日本では考えられない光景であった。

## 5. UMMCにおける放射線照射と治療計画

照射に関しては放射線治療技師によって行われている。1年半程度の教育コースを受講すると放射線治療技師の資格が取得可能で、日本の放射線技師に比べれば、その職域と知識は狭い。Elekta SynergyではIGRTが可能であるが、画像照合のプロトコルが詳細に決まっています、プロトコルに沿ってIGRTが行われてい

た。何か問題が発生すると、放射線治療技師は医学物理士、放射線腫瘍医を呼ぶ。役割分担がはっきりとしていた。放射線治療技師は、照射法、臨床的意義、治療機器については詳しくは知らない様子だった。また、治療計画用CTの撮影も放射線治療技師が行っていた。2、3人の放射線治療技師と放射線腫瘍医、治療計画を行う者(線量計算士もしくは医学物理士)で行われていた。放射線治療技師が、放射線腫瘍医の指示のもとに固定具を制作し、CT撮影を行う。

一方、治療計画に関しては、一般的な治療計画は線量計画士、intensity modulated radiation therapy (IMRT)のような特殊な治療計画は医学物理士によって行われていた。線量計画士になるには、放射線治療技師として実務経験を積むか、専門のコースを修了する必要があるが、放射線治療技師より給与が良いため、放射線治療技師から線量計画士になる人もいるそうである。UMMCには3人の線量計算士がいた。一般的な外部放射線治療では、線量計算士と放射線腫瘍医で治療計画は完結し、医学物理士は確認のみを行っていた。

更に、病院内には医療技術員が数名配属されている。診断機器からリニアック、自動現像機まで管理、修理を行っていた。ミネソタ大学では、始業点検も医療技術員によって行われていた。

## 6. 日本と米国の放射線治療システムの違いと日本の目指す放射線治療

米国と日本では、絶対的に人員数の違いがある。その要因の一つは、米国では日本に比べ診療報酬が高額である。しかし、単に診療報酬システムの違いだけではないように思った。日本では大学に保健学科があり、診療放射線技師学科が存在しても、大学の教員と大学病院で働く医療スタッフは全く別の組織である。大学の教員が診療放射線技師の免状を持っても病院で臨床業務を行うことは通常ない。米国では、臨床業務、研究、教育の割合が各々で決まっています、人材を効率的に使っている。また、臨床で働くことによって臨床の感覚を持ちつつ、教育が可能である。医療は常に進化しているため、常に臨床に関わることは教育者としても有意義なことであると実感した。このようなシステムが日本でも実現可能であれば、人員不足と質の高い大学教育の両立が可能であると考えます。

米国では業務が細分化されており、業務ごとに専門性の高い技術者がいる。このシステムは効率的な運用が可能であるが、日本のような小規模施設が点在する場合は、逆に人件費が大きくなり不向きのように感じた。大学病院では、工夫次第では米国のようなシステム

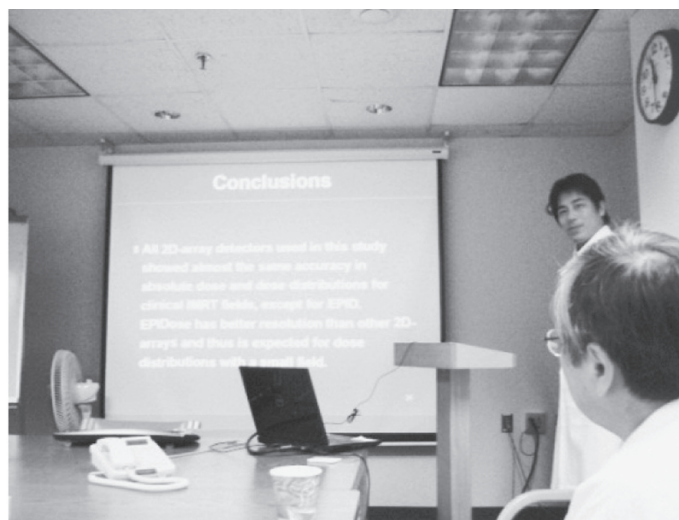


Photo 2 院内での研究発表

もしくは、模擬したシステムの構築が可能であると考え  
るが、小規模施設では難しい。また、細分化しすぎるこ  
とによる全体像がつかみづらい現状も視察できた。

米国での放射線治療は、治療システム、教育すべて  
において効率重視である。これは国民性も後押しして  
いるように思えた。よって、欧米のシステムをそのまま  
取り入れるのではなく、日本向けに必要なに応じて適応さ  
せることが大切であると感じた。この米国のシステムが  
放射線治療の分野で世界をリードしているのも現実で  
あり、私たちはこの状況で、日本において、効率性、専  
門性を米国を見本に高め、われわれ日本人が持っている  
繊細さ、器用さ、勤勉さを失わないようなシステムが  
必要である。照射業務から治療計画、疾患名まで知識  
と技術を習得していることは、日本の放射線技師、医学  
物理士の大きな武器であり、この武器は温存しつつ削  
れる業務は削り、専門性を高める努力が必要である。

## 7. ミネソタ大学での研究

私が UMMC で行った研究は、3DVH(sunnuclear 社  
製)の精度評価である。3DVH は、三次元検出器である  
ArcCHECK(sunnuclear 社製)のデータを、患者本人の  
CT 画像上で検証を可能としたソフトウェアである。回  
転 IMRT(VMAT)では、測定可能なファントムに治療計  
画を移しこみ、ファントムで検証を行う。ファントムで  
の検証では、ファントムと人体の違い、dose volume  
histogram(DVH)などの詳細な検証ができないなどの問  
題点がある。このような問題を 3DVH は解消する。し  
かし、測定は ArcCHECK で行い、評価自体は患者 CT  
で行うため、測定媒体と評価媒体が違い、その線量変

換での精度が問題となる。今までの研究では、フィルム  
測定と 3DVH、ArcCHECK と 3DVH、二次元検出器と  
3DVH との比較はすでに報告されている。しかし、  
3DVH の特徴の一つに三次元測定があるが、真に三次  
元測定ができる検出器はポリマーゲルのみである。ポ  
リマーゲルは取扱いが煩雑で、測定には知識と技術が  
必要で、ポリマーゲルと 3DVH の比較は未だない。ポ  
リマーゲルの測定に関し、渡邊先生は権威であり、ポ  
リマーゲルと MRI を用いた精度の高い測定法を確立され  
ている。この技術を伝授いただき、3DVH の評価を  
行った。

前立腺 VMAT を想定した模擬治療計画を Pinnacle  
(Philips 社製)で制作し、UMMC の Synergy で照射を  
行った。ArcCHECK とポリマーゲルに照射を行い、  
3DVH での結果とポリマーゲルでの結果を比較した。  
今回は、直径 15 cm の円柱状のポリマーゲルを特別に  
制作した。結果は 3DVH とポリマーゲルで線量は概ね  
一致した。実験のみは UMMC および関連施設で終わら  
せることが出来たが、詳細な解析は現在も行っており、  
今後、詳細な結果が判明しだい国内学会で発表し、論  
文として発表予定である。

今回の研究とは別に、学内でプレゼンテーションを  
行った(Photo 2)。ミネソタ大学での研究は、時間的に  
直ちに発表できなかったため、今までの研究から 1 演  
題を英語に直し、熊本大学病院の簡単な説明も加え、  
発表を行った。当初、30 分程度で終わる予定だった  
が、渡邊先生の優しいご指導によって、もう 1 題、即興  
で英語のプレゼンテーションを行うように要請され、合  
計 1 時間の講演となった。医学物理士、学生、レジデ

ントとたくさんの参加者から、たくさんの質問をもらった。学生からもたくさんの質問をいただき、当大学の学生にはない積極性を感じた。学内発表ではあったが、多くの質問をいただき、今留学の最大の収穫となった。

## 8. 米国における臨床研究

私は大学病院で働く診療放射線技師、医学物理士である。日本国内では、基本的に病院で働く技術職の診療放射線技師、医学物理士は臨床業務が主となる。しかし、学会での研究発表や論文執筆といった研究業務も求められる。臨床業務と研究業務の区別、割合で悩んでいる方も多いと思う。米国においては先述のとおり、就職の段階で臨床業務と研究業務の割合が決まっており、明確である。臨床業務主体の方は、安全で確実な放射線治療が遂行できていれば評価されるし、研究業務主体の方は論文執筆が大きな実績となる。日本では業務時間外に研究を行っている人も多いかと思うが、このような状況では、日本における臨床研究が行き詰る可能性がある。個人の努力と士気にも限界がある。研究も業務として認めるべきである。ただし、業務となれば研究も正當に評価されるべきである。学会での発表だけでなく、論文としても発表することが求められるだろう。また、研究費を獲得することも実績の一つとなるだろう。米国では、臨床10%、研究90%であれば、週に1日のみ病院で勤務し、他の時間は研究者として、自由に自分で時間のスケジュールが可能である。米国では、臨床業務のみに主体を置き、研究業務を行わない大学病院は淘汰される。臨床業務と研究業務のバランスが重要となる。このようなシステムが日本でも成立可能であれば、日本の臨床研究はますます発展していくだろう。

## 9. おわりに

現在、私は熊本大学医学部附属病院で品質管理担当者として勤務している。5年前まで、年間放射線治療患者100症例に満たない小規模施設で勤務していた。病院の地下の隅のリニアック室で患者と向き合いながら治療を行い、もし、自分が放射線治療を受けるならこれでいいのかと自問もしていた。もし、ここがMDアンダーソン(全米最優秀治療施設)だったらどれだけ患者は幸せだろうと、この熊本に「熊本のMDアンダーソン」を作することを目的に熊本大学病院に來た。5年たって、ミネソタ大学で研修を行い、世界有数の治療施設を経験し、米国での人材、施設のハードパワーに圧倒されながらも、熊本の片田舎で感じた熱い士気は日本にしかなかった。合理主義に成り立つ米国のシステムを見聞し、日本独自のソフトパワーは、日本およびアジアの唯一のものであることも感じた。日本独自のパワーを大切に、米国のハードパワーを取り入れつつ、今後の放射線治療に生かしていこうと思う。

## 謝 辞

今回のUMMCに留学するにあたり、日本放射線技術学会より助成をいただきました。日本放射線技術学会 真田 茂代表理事ならびに放射線治療分科会奥村雅彦会長、日本放射線技術学会の会員の皆様に厚く御礼を申し上げます。更に、留学不在中に業務を代行いただいた当院、中央放射線部の諸兄に感謝申し上げます。また、私を受け入れてくださったUMMC放射線治療部部長 Dr. Dusenbery、医学物理教室 渡邊洋一教授、物理室室長 Dr. Higgons、をはじめ、UMMC放射線治療部門スタッフの方々に深く感謝いたします。