

● 学会レポート

ブレストイメージングに関する国際ワークショップ — IWDM 2014 in Gifu, Japan —



概要

ブレストイメージングに関する国際ワークショップ (IWDM) は、約20年の歴史を持つ。1993年、San Jose (米) で開催された SPIE 国際会議での開催を発端に、隔年で欧米の各国で開催されてきた。1994年の York (英) に続き (筆者はここから参加)、Chicago (米: 当時シカゴ大学教授の土井邦雄先生が大会長)、Nijmegen (蘭)、Toronto (加)、Bremen (独)、Durham (米)、Manchester (英)、Tucson (米)、Girona (西) で開催され、第11回目となった2012年には、米国の歴史の街 Philadelphia での開催であった。参加者は通常200名程度であり、毎回、議論を中心としたアットホームな雰囲気で開催される。医用物理学/工学分野の研究者・技術者・学生を中心に、放射線科医、診療放射線技師、あるいは企業の関係者が主に参加している。なお、筆者自身は、Chicago大会から Scientific Program Committee の委員を務めている。

2010年開催までの過去10回の大会の名称は、“International Workshop on Digital Mammography (略称IWDM)”であった。しかし、大会が取り扱う研究テーマは、機器開発、物理計測、画像評価、画像処理、CADなどが主体であるが、モダリティ別で見るとマンモグラフィに限定されるものではないため (実際、超音波画像やMR画像等に関する演題も近年かなり増加)、2012年の大会からは、“IWDM 2012, the 11th International Workshop on Breast Imaging”と、IWDMの呼称は残されているが、広く“ブレストイメージング”の名称が使われるようになった。なお、近々には、米国に事務局をおく国際学術団体として発足する見込みである。

今回の岐阜での大会開催地の決定は、2012年7月の第11回大会中になされた

ものである。日本に決まった理由は、欧米以外での開催 (特に日本) の希望がこれまでも多かったためであり、また、2011年3月に東日本大震災が起きた後でもあり、日本の復興にも役立つだろうと全委員の総意で決定され、筆者が大会長の大役を任された。当時は日本の経済状況も必ずしも良くない時期でもあり、大会の運営に支障が出ないか心配が尽きなかったが、幸い企業などからの支援も順調に得られ、また、海外からの旅行者も過去最高となる昨今の情勢も加わり、今大会の大成功への後押しとなった。

当初は大会会場を京都など岐阜以外の地も検討したが、結局は総合的判断で岐阜での開催となった。そして、2014年6月29日 (日) ~ 7月2日 (水)、JR岐阜駅前 (構内直結) の「じゅうろくプラザ」において、IWDMのアジア初、かつ日本初での開催が実現した。学術関係者168名 (国内65、海外18か国103: 内訳は豪州6、欧州53、米大陸27、アジア82)、その家族等を入れて199名、機器展示関係等の企業49名、スタッフ25名、合計273名の参加となり、過去、最大規模の参加者数であったと考えられる。

本大会の学術内容は、東北大学・大内憲明教授による特別講演、8件の基調講演 (韓国、台湾、マレーシアからの講演者を含む)、2件のランチョン講演、9つの口述セッション、2つのポスターセッションで構成された (詳細は本レポートの別項参照)。演題応募数は122で、2名によるブラインド査読の結果、口述27演題、ポスター76演題が採択された。本大会ではアジア地域における乳がん画像診断の特徴を示すものとして、超音波画像技術や高濃度乳腺解析等に焦点を当てた。また、トモシンセシスは今回も多くの演題が寄せられた。

筆者の過去の国際会議への参加の経験上、このような比較的小規模な国際大会には文化的要素も取り入れる方がいいであろうとの考えに基づき、

ウェルカムレセプションでは、日本と岐阜の歴史・文化・観光について、岐阜在住の外国人による講演や光源氏物語の舞と着付けの舞を、また、大会懇親会 (Gala Dinner) では、岐阜大学邦楽部による演奏、装賀きもの学院による十二単の着付けショー、岐阜武将隊の公演を特別企画した。また、期間中には岐阜大学茶道部の学生らが中心になってお茶と和菓子を振る舞った。参加者からは思い出に残る大会であったと多くの賛辞が寄せられ、関係者一同、ホッとしている。

講演等の詳細 (プログラム集や大会に関する情報) は、IWDM2014ホームページ (<http://www.fjt.info.gifu-u.ac.jp/iwdm2014/>) を参照されたい。また、抄録論文集はSpringer社からLNCS 8539として発行され、参加者にはCD付きで配布された。

今大会の成功は、13名のIWDM2014学術委員会委員、顧問の諸先生方、岐阜地域の組織委員会委員、また、多くの学術団体、助成金支援財団、非営利団体、国内外の企業の皆様の絶大な支援の賜物であり、ここに感謝申し上げる次第である。

次期大会IWDM2016はスウェーデンのマルメにて、Malmö University HospitalのAnders Tingberg先生を大会長として開催される予定である。

IWDM 2014 大会長

藤田広志 (岐阜大学大学院医学系研究科)



藤田広志 大会長

Screening Outcomes, CAD, Tomosynthesis セッション

3日間の会期中に、9つの招待講演(特別講演1+基調講演8)と27の一般演題によって、Screening Outcomes, Ultrasound, Clinical Evaluation, Breast Density, Imaging Physics I / II, CAD, Tomosynthesis, ICT & Image Processingの9つのセッションが構成されていた。個々のセッションは、トップクラスの研究者による基調講演と、同一テーマの一般演題(2~5演題)で構成されており、総論から各論の順で聴講することで、効率的に研究動向を把握することができた。ここでは、Screening Outcomes, CAD, Tomosynthesisの3セッションの概要を報告する。

● Screening Outcomes

ペンシルベニア大学のMaidmentによる基調講演では、「仮想臨床試験(Virtual Clinical Trials: VCT)」を可能にするプラットフォームが紹介された(図1)。被写体が画像化され、それが読影されて診断が下るまで、さまざまな可変パラメータや影響因子が介在する。被写体~画像形成~画像表示~読影をすべてモデル化することで、煩雑な臨床評価を仮想的に実施することを可能にした画期的なプロジェクトだ。微小石灰化病変のある被写体モデルが、撮影時の圧迫モデルを経て、仮想マンモグラムとトモシンセシス画像となり、仮想オブザーバーによって読影される。講演の中で提示された仮想画像の精巧さには驚かされた。新しい撮像システムの実用化を促進する新しい評価法として期待したい。VCT designerとVCT managerはwww.VCTworld.orgから無償でダウンロード可能とのことだった。

続く一般演題では、シミュレーションによる「コンピュータ支援診断(CAD)システム併用の効果予測」および「乳がん検診の効果予測」と、調査研究による「乳がん検診へのデジタルマンモグラフィ導入による影響」が報告された。アプローチこそ違おうが、いずれも乳がん検診のパフォーマンス向上を目指した研究である。ピッツバーグ大学のNishikawaらは、CAD併用効果予測と最適化を目

的に、CADを併用しない医師の読影結果と商用のCADシステムの出力結果を用いて、CADを併用した時の医師の読影結果をシミュレーションしていた。8名の医師を対象としたシミュレーション実験では、CAD併用により4.7個の見落としを防げるとの予測に対し、実際にCADを併用した時の読影では3.6個(95%信頼区間[-1.52-3.30])と有意差がなかったことから、シミュレーションによるCAD併用効果予測の有用性をアピールしていた。

また、トロント大学のYaffeらは、乳がん検診の費用対効果分析および費用効用分析を算出するシミュレーションモデルを提唱していた。米国女性の乳がん疫学情報をもとに、発生率・死亡率・乳がんで失われる生存年数を予測する乳がんモデル(Wisconsin CISNET program)をベースに、検査法の感度および特異度、被検者の年齢および乳腺密度を加味し、乳がん検診プロトコル(対象年齢、受診間隔、モダリティ)の効果を比較評価するというものだ。これらのシミュレーションによる評価手法が確立されれば、乳がん検診の最適化と技術導入の迅速化につながる。今後の動向に引き続き注目したい。

● CAD

Hologic社のMarchallによる基調講演では、プレストイメーシングにおけるCAD開発の今後の展望が解説された。米国では検診マンモグラムの約82%がCADで処理されるまでになったそう(2014年1月時点)。微小石灰化病変に対する高い感度を有するマンモグラムCADは着実に受け入れられつつあり、腫瘍陰影や構築の乱れに対する診断精度向上が次の課題とされてきた。しかし、トモシンセシスの急速な普及に伴い、CAD開発は大きな転換期を迎えているとのことだった。すなわち、検査手技が新しいイメージング法にシフトするのに従い、CADも新しい画像を対象とした研究開発にシフトしていくべきとのことだった。また、トモシンセシスで得られた断層像や、それらから形成される二次



図1 仮想臨床試験(Virtual Clinical Trials: VCT)を紹介するペンシルベニア大学のDr. Maidment

元合成像(C-View)が優れた病変検出能を有するとしながらも、satisfaction of search(1病変検出したことに満足してさらに病変を探すのをやめてしまうこと)のような読影エラーを回避する手段として、CADには依然として高い需要がある点を強調していた。

一般演題はいずれも、日本の研究チームからの報告だった。三重大大学のNakayamaらは、経験豊富な画像診断医がマンモグラム上で、微小石灰化の組織学的分類を推測しながら精密検査やフォローアップを決定していることに着目したCAD開発を行っていた。発表の中で、微小石灰化の組織学的分類の可能性を評価する手法を開発したこと、さらに、組織学的分類の可能性を医師に提示することにより、従来の悪性度を提示した場合と比べ、医師の鑑別精度が有意に向上したことなどを報告していた。金沢大学のTanaka(筆者)らは、医師が技師レポートを参照して読影すれば診断精度が向上するかどうかを、既存のFROC観察者実験のデータを用いてシミュレーションした結果を報告した。この研究は、平成22年の厚生労働省通達「医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について」の中で、診療放射線技師の画像診断等における読影の補助が推奨されたことを受け、技師レポートの有用性とその可能性を客観的に評価するために行われたものだった。シミュレーションの結果、技師レポートを参照することで医師の読影精度は向上し、さらに、技師が指摘したすべての疑わしい点を採用するのではなく、指摘の際にその確信度を求め、確信度において0.2以上(BI-RADSカテゴリー2.6以上の所見)のみを採用した時に、医師の診断精度が最も高くなることが明らかにされた。このように、現場のニーズに応じて、さま

さまざまな形の読影支援の研究開発が、今後も活発に行われていくものと思われる。

● Tomosynthesis

デジタルプレストモシンセシス (Digital Breast Tomosynthesis : DBT) 関連論文のレビューと、米国における臨床試験 (T-MIST) を紹介する基調講演の後に、5つの一般演題が続いた。ルーヴェン・カトリック大学のMarshallらは、DBTのための量子検出効率 (effective detective quantum efficiency : eDQE) を提唱していた。これは、焦点が動くことによる不鋭や散乱線といったDBT特有の条件を加味したDQEである。両者がシステム効率を低下させる要因であること、特に散乱線の影響が大きいこと、厚い乳房の場合は支持台から離れた部位で悪化すること、などが報告された。

また、同大学のCockmartinらの発表は、病変検出能評価のためのモデルオブザーバー開発に関するものだった。signal-difference-to-noise ratio (SDNR) とFourier-based non-prewhitening with eye filter (NPWE) model observerと実際の観察者の微小石灰化検出能を比較評価し、それらに高い相関が見られたことから、NPWEがモデルオブザーバーとして適切であるとしていた。

一方、国立がん研究センターのTaniらは、DBTから再構成で作成する新し

い3D表示画像 (rotating mammogram : RM) をDBTと併用して読影することで、乳がん画像診断の精度が向上したことを報告していた。トモシンセシス追加撮影による患者線量の増加に注目した研究報告も見られた。

Garayoaらは、二次元合成像 (synthesized 2D image : C-View) 使用によるDBTの画質と線量低減効果を検証し、C-Viewを使用することで微小石灰化の検出能が向上したこと、さらに、従来法に比べ43%線量を低減できることなどを報告していた。

一方、Tromasらは、乳房濃度から推定した乳腺密度を利用して、患者線量の算出を試みていた。DBTの急速な広がりや背景に、関連技術の研究開発も急ピッチに進められているようだった。

また、ランチョンセミナーでもトモシンセシスの最前線を紹介する講演がFUJIFILM社によって行われた。システム動作の詳細、構築の乱れや腫瘍の検出能がFFDMに比べ有意に向上すること、ST-mode DBT (標準モード) ではFFDMと同等の線量で高い組織分解能があること、HR-mode DBT (高分解能モード) では

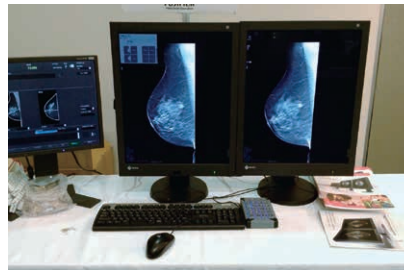


図2 ST-mode DBT (左) とHR-mode DBT (右) で撮影されたトモシンセシス画像 (FUJIFILM社ブースにて)



図3 十二単の着付けショー (Gala Dinnerにて)

高密度乳腺での微小石灰化および腫瘍の描出に優れることなど、臨床例を提示しながら解説された。機器展示会場では、FUJIFILM社によってモニタが展示され、高い関心を集めていた (図2)。

● おもてなし

世界トップクラスの研究者による基調講演と旬なトピックスの一般演題によるプログラム編成が、「お・も・て・な・し」の心を実践した素晴らしい学会だった。Tea ceremony, Dance of dressing in a kimono, Jūnihitoe show (図3) などのイベントが多数企画され、海外ゲストだけでなく日本人参加者も日本の文化を学び、楽しむことができたと思う。この場を借りて、藤田大会長およびスタッフの皆様から感謝申し上げます。

田中利恵 (金沢大学医薬保健研究域)

Ultrasound, Imaging Physics, Poster Session

今回のIWDM2014は、3日間にわたって一般演題27件とポスターセッション76件の発表が行われた。一般演題では、多くの著名な研究者による最新の研究成果が披露された。一方、ポスターセッションには学生の発表者も多く見られ、フランクな雰囲気で見聞交換がなされていた。ここでは、2つのセッション (Ultrasound, Imaging Physics) とポスターセッションについて、その概要を報告する。

● Ultrasound

高密度乳腺の診断、乳腺疾患の良悪性鑑別などに広く用いられる超音波検査については、新技術の開発や超音波検査の有効性に関する大規模調査など、

多くの発表が行われた。

まず、台湾大学のChangによる基調講演では、同氏らが開発してきた超音波画像を対象としたいくつかのCAD技術が紹介された (図4)。Bモード画像を対象としたCADでは、組織によりスペクトルパターンが異なる性質に着目し、Ranklet変換を用いてスペクトルパターンのテクスチャ特徴量を抽出し、ニューラルネットワークを用いて乳腺疾患の良悪性鑑別を行っていた。また、Bモード画像と組織の硬さを可視化するエラストグラフィの画像情報を併用することで、単独で識別を行う場合に比べて良悪性の鑑別能力が向上することも示された。さらに、最近スクリーニング用として注



図4 超音波画像を用いたCAD技術を紹介する台湾大学のDr.Chang



図5 乳がん検診の比較試験 (J-START) を紹介する東北大学のDr. Ohuchi

目されている、プローブの機械的な走査により乳房の広い範囲をスキャンするABUS (Automated Breast Ultrasound) を用いたCADでは、三次元画像を用いて抽出した形状特徴量やテクスチャ情報を利用して乳腺疾患の良悪性鑑別を行っていた。いずれの手法におい

ても、高い鑑別能力 (AUC = 0.93 以上) が得られており、臨床で十分活用できる能力を有していた。

一般演題にて、カールスルーエ大学の Hopp らは、三次元超音波 CT 装置を用いた乳房の画像化について発表した。装置は半球状の容器内に超音波トランスデューサを三次元的に多数配置したものとなっており、その中に入れた乳房に対して個々のトランスデューサから超音波を発し、その直進波と反射波を計測する。それらを用いて画像再構成することにより三次元画像が得られる。ゴールデンスタンダードとして用意した乳腺 MR 画像と本装置により撮影した画像が示され、両者は良好に一致していた。本装置は機械的な駆動が不要であり、短時間でデータ収集が可能なことから、今後の臨床応用が期待される。

また、特別講演として東北大学の Ohuchi より、J-START の分析データに関する最新情報が披露された (図 5)。J-START (Japan Strategic Anti-cancer Randomized Trial) とは、Ohuchi がプロジェクトリーダーとなり、2007 年から 5 年間にわたって行われた厚生労働省の国家的プロジェクトである。現在、40 歳代女性の乳がん発症が増加しているが、乳腺密度が高いためマンモグラフィ検査の有効性は 50 歳以上の年齢層よりも低いとされている。そのため、乳腺密度の高い女性に対して超音波検査を適応している施設も多い。J-START では、マンモグラフィ検査に超音波検査を併用することの有効性および利益・不利益を確認するために大規模な臨床試験が行われた。有効性の評価には、同一検査条件にて診断が行われることが求められるが、超音波検査はマンモグラフィ検査に比べて標準化が遅れている。そこで、まず検査ガイドライン策定や医師・技師を対象とした講習会などを通じて技能向



図6 ポスターセッションの様子

上と検査の標準化を図った。その後、全国 42 施設、76196 名の女性を対象として、マンモグラフィ検査に超音波検査を併用する群と併用しない群との間で RCT (Randomized Controlled Trial) を行い、有効性を検証した。現在は収集されたデータの解析を進めており、最終結果が得られるまでに長い期間を要するが、超音波検査の併用が推進される結果が期待できそうである。

● Imaging Physics

Imaging Physics のセッションでは、上記以外のモダリティや画像処理技術に関する話題について幅広く議論が行われた。基調講演にて Mayo クリニックの O' Connor は、MBI (Molecular Breast Imaging) による乳がんの診断およびスクリーニングの有効性について報告した。MBI は現在開発が進められている乳房専用のシンチグラフィ装置であり、CZT (CdZnTe) を用いた直接変換型検出器を 2 面備え、乳房を軽く圧迫して上面・底面から 2 枚のシンチ画像を収集する。検出器の改良により、マンモグラフィやトモシンセシスよりも低い被ばく線量で撮影できるという。さらに、核医学検査では機能情報が得られるため、マンモグラフィのように乳腺の重なりの影響を受け難く、乳腺密度の高い患者に対して高い検出感度が得られる。それを確認するため、2548 名の高乳腺密度の女性を対象にマンモグラフィ検査と MBI の乳がん検出感度の比較が行われていた。その結果、マンモグラフィ検査の検出感度は 25% にとどまったのに対し、MBI のそれは 81% と非常に高い感度が得られたとのことだった。機能情報を扱うため、血流の影響を受けやすいという課題はあるが、高乳腺密度にも適応できる診断手法の 1 つとして今後の動向に注目したい。

一般口述発表においてカリフォルニア大学の Malkov らは、2 種類のエネルギーで撮影した画像情報を用いて乳房内の物質を弁別する、デュアルエネルギー法の応用技術について報告した。実験では、通常のマンモグラフィ装置を用いて、通常の撮影条件と高電圧で同一部位を 2 回撮影し、それに乳房厚の情報を加え

た 3 つの条件を用いて、乳房を構成する 3 要素 (水、脂肪、タンパク質) の弁別を試みた。被ばく線量は通常の撮影に比べて約 10% 増加するが、病変部とそれ以外の領域が有意に識別できる結果が示されていた。

● Poster Session

6 月 30 日と 7 月 1 日の 2 日間、ランチョンセミナー終了後の 75 分間がポスターセッションに割り当てられ、73 件の発表が行われた (図 6)。会場ではドリンクやスイーツのサービスもあり、多くの参加者で賑わった。ここではポスター発表の中から、2 つの新しい撮像技術に関する研究を紹介する。

Teramoto (筆者) らは、高解像度乳房専用 CT 装置の開発について報告した。乳房専用 CT とは、小型の CT スキャナを用いて乳房のみに X 線を照射し、三次元断層像を得る装置であり、現在 KONING 社等が試作品を開発して臨床試験を進めている。しかし、既存の乳房専用 CT では空間分解能が足りず、微小石灰化の描出が不十分であるという課題がある。それを解決するため、微小焦点 X 線管と高解像度 FPD を利用した高解像度乳房 CT 装置を開発した。乳房ファントムを用いて画質評価を行い、微小石灰化クラスターの三次元的な描出が可能であることを示した。

また、東名古屋病院の Endo らは、タルボ・ロー干渉計の原理を利用した新しい乳房撮像装置の開発について報告した。タルボ・ロー干渉計とは、X 線束を 3 つの格子を用いて干渉させることで位相情報を得るものであり、本研究では得られた情報から吸収、位相、散乱に関する 3 種類の画像が生成されていた。実験結果として示された乳がんの切除標本を撮影した画像には、通常の吸収画像に比べて微小石灰化が明瞭に描出されていた。タルボ・ロー干渉計を用いた研究は、名古屋大学の Shibata らの研究グループによるポスター発表もあり、実用化に向けた検討が期待される。

寺本篤司

(藤田保健衛生大学医療科学部放射線学科)