

断層映像研究会
第28回 研究発表会
抄録集

会期：1999年11月4(木)、5日(金)、6日(土)*

会場：京都市 JR山陰線 丹波口駅前
京都リサーチパーク

*6日(土)はコンピュータ支援画像診断学会、日本コンピュータ外科学会のみですが、断層映像研究会の登録で参加できます。

大会長：前田知穂

実行委員長：西村恒彦

〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町465番地
京都府立医科大学 放射線医学教室

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同特別講演

21世紀の画像診断

一機能・代謝画像から分子画像へ

西村恒彦

京都府立医科大学放射線医学

1. はじめに

1970年代以降の近代医学において、技術革新をもたらしたものと分子生物学と画像診断の進歩を挙げることができる。形態診断としてのX線CT/MRIは機能診断法としても成長しつつあり、一方、SPECT/PETは代謝診断法へと変貌を遂げつつある。とりわけ、functional MRIやPETの展開は、脳機能の解明、分子機能の画像化を可能ならしめ、将来期待される遺伝子治療の評価法としての確立も夢ではない。本講演では、「機能・代謝画像から分子画像へ」と題して、21世紀における画像診断の展望について概観したい。

2. 機能画像の定量化

PETと $H_2^{15}O$ (水)を用いた脳血流測定法の開発は、脳賦活試験へ応用され、脳高次機能の解明に役立っている。たとえば、我々は、手話タスクによるPET賦活試験を用いて、健常人において聴覚野として働いている側頭葉上部は視覚的な入力を受ける手話の処理に携わっていることを、すなわち、「手話は脳で聞いている」(Nature 397:116, 1999)ことを見出した。種々のパラダイムを用いた脳機能の解析は、PET, functional MRI, MEGなどを用いてより総合的評価が行えるとともに、SPECTなどへと還元されつつある。一方、循環器領域においても、高速シネCT、高速MRIを用いた心機能解析に加え、心電図同期心筋SPECTを用いた左室辺縁自動抽出法の開発は心筋灌流の評価に加え、正確な心機能の定量評価が可能になりつつある。

3. 代謝画像の普遍化

代謝画像は、 ^{18}F , ^{11}C などを用いた陽電子標識化合物とPETを用いてのみ可能であった。しかし、最近では、 ^{123}I -BMIPPなど、 ^{123}I , ^{99m}Tc 標識によるSPECT用トレーサを用いた代謝イメージングも開発され、普遍化してきている。たとえば、 ^{123}I -BMIPPは心筋脂肪酸代謝を反映し、肥大大心および虚血心の検出に有用である。しかし、現時点では、 ^{18}F -FDG (fluorodeoxyglucose)を用いた心筋PETが心筋viability評価のgold standardであることはいうまで

もない。また、肺癌、結腸癌等においても、X線CT以上に原発巣および転移巣の検出に有用であることが示されている。しかし、 ^{18}F -FDG PET 検査が日常診療として普及するためには、SPECTを用いた手法の開発が望まれる。最近、対向する2台のガンマカメラの間でPETと同じように消滅放射線を検出する同時計数回路方式が開発されている。近い将来、薬剤メーカーから ^{18}F -FDGの供給が可能になれば、一般病院で代謝画像が得られる。また、糖代謝イメージングの代わりとして期待されているものにニトロイミダゾール系の標識化合物を用いた組織低酸素部位の画像化がある。腫瘍組織における組織低酸素部位の陽性描出が行え、放射線治療などの適応決定に役立つことが期待される。

4. 分子画像の具現化

機能・代謝画像に加え、明らかな標的を目指した分子設計によるトレーサによる画像化が試みられている。トランスポーター・レセプターの他に、抗体、ペプチドを用いた特異的機能イメージングは既に幾つか行われている。代表的なものとして、ドーパミン・トランスポーター(^{123}I - β -CIT)を用いたパーキンソン病の重症度評価、chemostatic peptideを用いた炎症巣の描出がある。とりわけ注目されるのは、アポトーシス細胞膜表面にアネキシンが多く存在することを利用した ^{99m}Tc -Annexinによるアポトーシスの画像化、平滑筋増殖に対する抗体(^{111}In -Z2D3)を用いた動脈硬化巣の検出がある。さらに新しい試みとして、遺伝子レベルでのイメージングが開発されつつある。これらはアンチセンスおよびレポーター遺伝子を用いる手法である。アンチセンスを用いる手法はトレーサ量のアイソトープ標識したアンチセンス・オリゴヌクレオチドによる特定のmRNAのin vivoイメージングで行うものである。一方、レポーター遺伝子を用いる手法は、レポーター遺伝子を細胞内に発現させ、その後、レポータープロンプトとなるアイソトープ標識物質を投与、これを体外から画像化するものである。このような遺伝子工学を用いた新しいトレーサの開発は、将来、遺伝子治療の適応決定などに有用になるものと考えられる。

5. おわりに

21世紀の画像診断は三次元画像による微細な形態診断とともに、機能画像の定量化、代謝画像の普遍化、分子画像の具現化を進展させ、疾病の早期検出、治療効果の判定のみならず生命予後の面からもその有用性を確立していく必要がある。

断層映像研究会 特別講演

放射光の臨床応用

盛 英三

東海大学医学部生理学

放射光とは何か

光速近くまで加速された電子や陽電子がその軌道を曲げられると接線方向に紫外線から硬X線領域に及ぶ幅広い波長帯を持つ光(白色光)が放射される。この光を放射光とよぶ。放射光は光子密度が極めて高い(高輝度)ので、白色光から切り出した特定の波長の光(単色光)だけでも人体の撮影に利用できるほどの十分な輝度が保たれる。そしてレーザーに準じた指向性を有する。これらの性質はX線画像診断法の高解像度化と、生体分子の原子レベルでの構造解析を実現する。

ヨード(原子番号53)造影剤のX線吸収を特異的に高めるK-吸収端(エネルギーレベル:33.17KeV)直上の単色X線を用いるとヨードと人体組織のX線吸収の差が極大となるので微量の造影剤を検出できる。静脈内投与による冠動脈造影(経静脈的冠動脈造影法)や微小血管造影(選択的動脈内注入による)を実現する。単色X線CT法では高解像度化と、CT値による組織の性状評価の向上が期待できる。位相コントラスト撮影法では被写体を通過する際に生じるX線の位相の変化から画像を作成する。画像診断法としての感度はX線強度を指標とした場合よりもさらに高まると言われる。

臨床応用をめざす微小血管造影法

濃常の血管造影法では、X線源と撮像系の限界のために管径200 μ m以下の血管の描出、あるいは定量的評価は困難である。我々は単色放射光をX線源として、そして超高感度ハイビジョンカメラを撮影システムに用いる血管造影法を開発し、種々の臓器で微小血管撮影(最小血管径50-100ミクロン)を実現した。

臨床的に臓器の虚血症状を呈しながら、血管造影

上狭窄病変が認められない例をしばしば経験する。これらの患者の少なくとも一部は、細い動脈枝(直径200ミクロン以下)に血管病変を持つ微小循環障害ではないかと考えられている。例を挙げれば、通常の冠血管造影法では心筋表面の主要な冠血管枝の観察はできても、それらから分岐して筋層を貫く血管径100-500ミクロンの冠血管枝(心筋貫通枝)の観察は困難である。この心筋貫通枝を介した血液の流れは心内膜側の心筋虚血発生の鍵を握ると考えられている。また、脳のウイリス輪付近から分岐する前脈絡膜動脈や視床枝などの穿通枝と総称される微小脳血管枝は微小脳血管障害が好発する脳動脈枝と考えられているが、既存の脳血管造影法では詳細な観察は困難である。癌の増殖時や循環障害の発生時には、酸素や栄養の不足に基づく刺激によって、生体は新たな血管網を創り出そうとする。これらを新生血管と呼ぶ。にわかに作られるためか、構築が未成熟で通常の造影法では描出するには小さすぎる。心筋内微小血管の造影は、既存の観血的治療(バイパス手術や冠動脈形成術)の効果の予測を向上させ、糖尿病性冠血管病変などの微小冠血管病変の診断を実現し、その治療法としての血管新生療法の発達を促す。微小脳血管の観察は脳卒中や脳血管性痴呆の予測に利用できる可能性がある。悪性腫瘍に特徴的な新生血管造影法の描出は、悪性小腫瘍(直径2cm以下)と良性腫瘍の鑑別や、血管新生を抑制することで癌の増殖を押さえようと試みる抗血管新生療法の発達を促すと考えられる。

臨床応用への今後の課題

ヒトの体厚は20cmあるいはそれ以上なので、動物の撮影時よりも照射X線量をかなり増加させなければならない。これに伴う患者の過剰被爆を避けるためにいくつかの改良が必要となる。シャッターの設置(パルス照射)、撮影システムの一層の高感度化、より高いエネルギーの単色X線(50.5keV)を利用してより高い吸収端を有する物質(ガドリニウム:原子番号64など)を造影剤として使用する方式の開発などが考えられている。

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同シンポジウム

映像情報の三次元化

—マルチスライスヘリカルCTを通じて—

片田和廣

藤田保健衛生大学衛生学部

CTは、その登場直後から、医用三次元画像のソースデータとして利用されてきた。とくにヘリカルスキャン以降は、短時間に高分解能のボリュームデータを取得可能な、殆ど唯一のモダリティとして、広く日常臨床に用いられている。現在導入が進みつつあるマルチスライスCTは、そのデータ取得速度を従来の3ないし10倍にまで加速した。また、体軸方向分解能も、最小0.5mmまで改善された。これにより、頭部では $0.35 \times 0.35 \times 0.5\text{mm}$ 、腹部では $0.8 \times 0.8 \times 1\text{mm}$ という、ほぼisotropicなボクセルサイズが実現された。これは、従来CT診断上の最大の問題点であったスライス方向のpartial volume effectが、事実上完全に解消された点で画期的である。これにより、医用三次元画像において、はじめて理想のソースデータを手にすることが可能となった。このように画期的な意義を有するマルチスライスCTであるが、一方で一検査当たりのスライス枚数の飛躍的な増大が生じ、画像計算時間、画像表示、フィルミング、診断、ネットワーク負荷などの面において重大な障害を引き起こしつつある。本演題では、これらマルチスライスCTの意義と問題点、対策について、自験例を示しながら考察を加える。

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同シンポジウム

MRI環境下のメカトロニクス技術

鎮西 清行

工技院機械技術研究所

基礎技術部バイオメカニクス研究室

ロボットなどのメカトロニクス機器をMRI特有の特殊環境へどのように対応させるべきかにつき整理したうえで、我々が開発中の5軸マニピュレータを紹介する。

MRI装置とその他の機器の「相性」をMR Compatibilityと称する。

- その機器のMRI環境における存在と機能が人体への安全性を損なわない
- その機器のMRI環境における存在と機能がMRIの画像に影響しない
- その機器のMRI環境における機能がMRI装置と撮像の影響を受けない。

機器と撮像中心の距離、機器が患者に接触するか、機器を画像撮像中に動作させるかなどにも依存するため、compatibilityを云々する際にはこの点を明らかにする必要がある。

そのほかにMRIの機種、RFプローブの種類形状、撮像シーケンスに依存するため、一概に論じることは難しい。本稿では市場に既存のオープンガントリー機種と、表面コイル、標準的なFSE、GFEシーケンスを想定して進める。

MRIの計測原理上の制約から、MR compatibility対策を以下のように分類できる。

- 磁場を乱さない…撮像領域では磁場の不均一性をppmのオーダーに抑えこむ必要がある。
- 磁場による引力の影響を受けない…強磁性体材料はマグネットに強力に吸引され、危険である。固定などの対策を要する。渦電流による磁場は、磁界の変動あるいは物体の磁場内での運動を妨げる方向に働く。
- MR信号を乱さない…誘電体あるいは導電体がRFプローブに近接すると、その特性を乱す。外部から導かれた導線は外部のノイズを導く。いずれも画質を劣化させる。
- RFパルスの誘導の影響を受けない…MRIが印加するRFパルスによって、マグネット近傍の電気回

路にサージ性ノイズが発生する。

前二者は材料の比磁化率と体積・距離・形状の問題となる。後二者は電磁ノイズの問題であり、技術的にはこの方が面倒である。

メカトロニクスとは、センサ、コンピュータなど電子技術との組合わせになっている今日の機械技術を表象する日本製の造語である。機構部分と電気部分に大別でき、前者は更に構造・受動要素(歯車など)・能動要素(モータなど)に、後者はセンサ系・制御系・出力系に細分できる。メカトロニクス機器のMR Compatibility対策は以下になる。

- 構造部材…材料の比磁化率による選択の問題となる。構造材料の場合は使用体積が大きいので、撮像領域内では非金属の材料が第一の選択となる。
- 受動要素…剛性などが許す範囲で樹脂製のパーツが使用可能である。セラミックス製の軸受もある。鉄製の汎用品は撮像中心から数m以内では要注意。
- 能動素子…撮像中心から1m以内では電磁モータの使用は難しい。超音波モータは磁気的原理によらないことから有利。
- センサ…高インピーダンスのセンサの場合、RFパルスの影響を受けるのは必至である。フィルタリングが許されない場合は、光学検出などが必要。

我々はバイオプシー、前立腺癌治療などを目的としたMR compatible仕様の5軸の穿刺用マニピュレータを開発中である。米GE社の手術用MRIに接続して使用する。術者の頭上に機構本体を設置し、ここから約1mの腕を二本伸ばしてその先端をリンクする構造となっている。

構造材料には樹脂及びチタンなど、直動ガイドとボールねじは磁化率の低い特殊なステンレスおよびベリリウム銅を使用し、超音波モータで駆動する。各軸の位置センサは全て光ファイバを経由してMR室外で電気信号に変換する。

参考文献

- 鎮西その他, 第7回コンピュータ外科学会大会予稿集, pp.135-136, Sep. 1998
Chinzei, et.al., proc MICCAI'99, in printing, Sep. 1999

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同シンポジウム

乳癌の画像診断支援システム

藤田 広志

岐阜大学工学部応用情報学科

1998 年は、コンピュータ支援診断 (computer-aided diagnosis, CAD) システム開発の歴史にとって“CAD元年”ともいえる重要な年となった。すなわち、R2テクノロジー社という米国のベンチャー企業が開発したマンモグラム(乳房X線写真)のためのCADシステムが、FDA(食品医薬品局)の認可を得て、ついに商品(ImageChecker M1000 System)として米国内で販売され始めたためである。

CADシステムでは、コンピュータによって診断対象の画像が定量的に解析処理され、その解析処理の結果が医師に提示される。医師はこの結果を“第2の意見”として利用する。そして、このような診断法が「コンピュータ支援診断」(CAD)である。CADのねらいは、医師の画像診断の正確度の向上であり、また、再現性の向上でもある。具体的には、画像上の病変をコンピュータが自動検出し、その位置を医師に提示することによって医師の病変の見落としを防止する。あるいは、検出された病変(候補)をコンピュータで解析し、例えば、良性か悪性かの鑑別を定量的に行うものである。CADは、いわゆる「自動診断」ではなく、最終の診断は医師が行う点に注意が必要である。

マンモグラムのCADに続いて期待されるシステムは、胸部ヘリカルX線CT画像や胸部単純X線写真のCADシステムである。また、超音波画像、MRI画像、SPECT画像、眼底写真など、その応用範囲はかなり広がってきている。病理画像ではすでに自動スクリーニングの域に性能が達しているものもある。

欧米のように本邦でも乳癌の罹患率が増加してきており、現在少なくとも都市部では女性の癌の罹患率のトップになっている。その結果、マンモグラフィ検査が著しく増加しており、マンモグラフィによる集団検診も多くなり、このような画像を読影する医師の負担は非常に大きくなっている。そして、これらの画像の診断の正確度と再現性が悪くなる可能性がある指摘されている。このような背景の中で、医師の画像診

断を支援するためのコンピュータを使ったシステムが注目されている。乳癌診断のための「コンピュータ診断支援(CAD)システム」の開発としては、1)乳癌の病理診断支援システム、2)超音波乳房画像における診断支援システム、3)乳房X線写真(マンモグラム)における診断支援システムの領域において研究が活発に進められている。特に、50才以上の女性の検診にはマンモグラム検査が推奨されており、CADシステムへの期待が大きい。また、50才未満の女性の乳房検診では、デンス・プレストのケースが多くなるため、超音波による検査が増える可能性があり、やはりCADシステムへの期待が大きい。

マンモグラムCADシステムの構成は、ハードウェアとソフトウェアに大別される。ハードウェアは、「X線フィルムデジタイザ」(CRのように直接デジタル画像が得られる場合は除く)、「ワークステーション(または、パソコン)」、「高輝度白黒モニタ」、画像の保存のための「ハードディスク」、「光磁気ドライブ」などで構成される。高輝度白黒モニタは医療用白黒専用モニタであり、画像処理機能を使用しながら微小石灰化などの細部を観察するときなどに使用する。また、これは将来のCRTモニタ診断としても重要なコンポーネントである。なお、現状では、フィルムの使用が主流であるため、横にシャーカステンを並べ、ワークステーション上のCADの検出結果を考慮しながらフィルムで読影する。ソフトウェアの構成を大別すると三つの処理で構成され、前処理、検出処理、後処理である。検出処理では、腫瘍陰影の検出と微小石灰化クラスタの検出の二つの処理から成っており、画像1枚ごとに独立して処理が行われる。後処理では、まず検出した候補に対して、「偽陽性候補の削除」を行う。これには、統計的解析手法や人工ニューラルネットワーク技術などが用いられる。続いて、選別された候補について、良悪性の鑑別と結果表示の処理が行われる。良悪性鑑別では、特に腫瘍陰影と微小石灰化クラスタの候補に対してそれぞれ処理が行われ、腫瘍に関してはスピキュラの存在による鑑別を中心に、クラスタに関してはクラスタ内の微小石灰化像の形状・個数などによる鑑別が行われる。

現段階のいくつかの先端グループのマンモグラムCADシステムのおよその検出性能は、使用しているデータベースへの依存性はあるが、およそ次に示すようである。腫瘍陰影の検出は、真陽性率が80~9

0%で、そのときの画像1枚当たりの偽陽性数は約1~2個である。また、微小石灰化クラスタの検出では、真陽性率が85~95%で、画像1枚当たりの偽陽性数は約0.5~1個である。これらの検出性能は、CADシステムとして何とか実用に耐えうるぎりぎりのラインに到達してきていると推測されるが、今後のさらなる改良が望まれる。

フラットパネル検出器のような21世紀初頭に大きく普及すると予想される新しい撮像系の出現もあり、また、医療系の情報通信網の整備とも相容れて、21世紀はいよいよ本格的なデジタル画像情報の時代となる。このようなデジタル画像情報の積極的な利用法の一つがCADであるといえる。

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同シンポジウム

遠隔診療支援の医学教育

名取 博、猪股英俊、三谷正信、高島博嗣、森 雅樹
札幌医科大学医学部附属病院機器診断部、
同内科学第三講座

地域の医師は多くの臨床的制約の中で診療し、電話やFAX等で診療連携を行っています。遠隔医学は宇宙船、船舶等の移動体と病院間の遠隔診断や治療と予防、医療の地域格差の解消、医療機能の最適配置と効率化、在宅医療支援、救急災害の診療支援、国際医療協力等に活用されています。マルチメディアによる通信は遠隔診療支援のツールとして期待が寄せられ、試行や実地運用が行われていますが、運用する人材の育成と環境の整備がその有効活用の鍵となってまいります。離島僻地に導入された遠隔診療支援システムによる診療連携網を利用した医学部の教育カリキュラム運用の現況を報告します。

第一期の旧システムはIBM PC/AT互換コンピュータにImage Data社製PhotoPhon PC/80 kit を組み込んだ装置で、24bitカラーVGA相当、双方向性の会話と静止画像通信、画質調整、拡大、矢印表示他の機能を備えています。第二期のシステムとして、規格化フォーマットの高画質の静止画像、対話用簡易動画像通信機能をもった装置を試験運用しています。

公開通信実験を1993年3月に北海道南檜山の離島奥尻町国保病院と地域センター病院間で行い、遠隔症例検討と勉強会への遠隔参加、同年7月12日の北海道南西沖地震では救急医療支援に活用しました。現在は奥尻町国保病院、利尻島国保中央病院、地域センター病院の北海道立江差病院、市立稚内病院、および函館五稜郭病院、地方センター病院の市立函館病院、そして札幌医科大学医学部機器診断部の七施設による遠隔診療支援画像通信網となっています。

1996年1月から上記の通信網を遠隔症例検討と講義のツールとして臨床実習カリキュラムに取り込み、地域の教育協力医を講師として地域の症例を教材とした遠隔症例検討をこれまで400名が体験学習しました。授業後の評価では画像通信による遠隔診療支援の重要性と、地域医療に対する認識の向上が得られました。本システムの運用の場は地域医療の視点に立った医療情報の知識と医用デジタル通信技術の教育、診療、研究に活用されています。

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同シンポジウム

サイバーナイフによる放射線治療

井上武宏、井上俊彦、塩見浩也
大阪大学大学院医学系研究科附属バイオメディカル教育
研究センター 集学放射線治療学研究部

リニアックと産業用ロボットを組み合わせたサイバーナイフ(CyberKnife)と呼ばれる新しい治療装置について紹介する。

従来のガンマーナイフやリニアックによる定位放射線照射では観血的フレームを用いるために一回照射(SRS)で治療が行われ、分割照射は困難である。また不整形の腫瘍に対してする線量分布の不均一が問題となる。

サイバーナイフにはIPS (Image Processing System)と呼ばれる患者の位置認識システムが備わっており、患者固定用の観血的フレームを必要としない。またガントリではなくロボットにリニアックが装備されているためアイソセンタのない治療が可能となった。

IPS (Image Processing System)

IPSは治療前に撮影したCT画像から再構成した画像と治療中にX線撮影して得られた画像を比較して(トラッキング)患者位置を数量化するものである。サイバーナイフでは100か所以上のロボット停止位置から照射を行う。ロボットが次の停止位置に止まるとX線撮影が行われ、リアルタイムの画像が取り込まれる。このリアルタイムの画像とCTから再構成した画像でトラッキングを行い、患者の位置が数量化される。この患者位置のずれはロボットに自動的に転送され、ロボットが腫瘍を追尾して照射を行う。このため患者は観血的なフレームで固定される必要がなくなった。われわれの施設ではLaitinenフレームを使用しているため、患者の治療中の動きは2mm以内であるが、10mm以上の動きがあれば装置が自動的に停止するようになっている。

Arbitrary shape planning

不整形の腫瘍を治療するためには前述のようにアイソセンタを複数にして治療が行われる。しかし、病変内の線量分布を均一にすることはできない。アイソセンタの数を多くすればするほどより均一な線量分布が得られる。この発想から各ビームが病変の任意の点に

向かって照射されれば、より均一な線量分布が得られる。しかし、ガントリに装着されたリニアックではアイソセンタ以外の方向への照射はできない。サイバーナイフではロボットにリニアックが装着されているためにアイソセンタのない治療方法が可能となり、任意形状の病変への照射が容易となった。

サイバーナイフは1)患者の位置を認識するシステム2)不整形の腫瘍に対して均一な線量分布の二つの特徴を持っている。さらに現在は脳や頭頸部に限定されているが、将来は全身への適応が可能である。特に骨盤部や胸部の腫瘍の定位放射線治療に適応が広がることが期待されている。

- ・井上武宏、井上俊彦: ナロービーム放射線治療。癌の臨床。43: 221-225, 1997
- ・井上武宏、井上俊彦、塩見浩也: サイバーナイフ。脳神経外科の最先端。高倉公朋監修。先端医療技術研究所。158-160, 1999

断層映像研究会・コンピュータ支援画像診断学会・
日本コンピュータ外科学会 合同シンポジウム

医療情報の可視化と手術戦略

伊関 洋¹、南部恭二郎²、田村光司³

東京女子医科大学脳神経センター脳神経外科¹、

東芝医用システム社・医用機器・システム

開発センター²、

東京女子医科大学日本心臓血圧研究循環器内科³

外科手術において、医師の持つイメージ空間(仮想空間)は術野周辺の3次元的な形態のイメージを含み、さらに手術に必要な種々の情報が付加されている。言い換えれば「形態の映像に、現実の(しかし不可視の)情報を増補するオーグメントドリアリティ(augmented reality)」である。このように各種医療情報を可視化する事によって、エンドユーザーの要求に応じて、よりわかり易く提示するVR技術が重要かつ必要である。

仮想空間は、医療を行う側のためには

- (1) 主治医の持っているイメージ空間の可視化による医療スタッフとの情報の共有化
- (2) オーグメントドリアリティによる、現実空間への医療情報の付加・増強による手術支援
- (3) 手術医療情報の可視化・統合・分析システムによる手術戦略システムの構築に活用できる。
また医療を受ける側にとっては、
- (4) 仮想空間を介した可視化による病態のスムーズな理解
- (5) 在宅医療におけるコミュニケーションの簡便化
- (6) 入院中のアメニティーの向上
が期待される。

医療におけるコンピュータの利用は転換期を迎えている。病院情報システムは進歩したが、これは必ずしも医療現場の直接の要求に応えるものではない。医療情報システムは医療の質と患者サービスの向上を図りながら、医療情報の可視化を推進する事により、医療の効率化を進める手段として認識されている。しかしこれをどのように生かすか、そのノウハウにおいてはまだ手探りの状態である。医療情報システムは「紙のカルテからコンピュータディスクへの、単なる媒体の変化」であってはならない。三次元グラフィクスなどのマルチメディア情報をコンピュータ内の仮想空間に取

り込み、これをただ閲覧するだけではなく、医師がインタラクティブに操作できることが望ましい。仮想空間に主治医の診断・治療をナビゲーションするための患者の情報が集約されれば、ネットワークを介してこれを複数の医療従事者が共有し、共同で診断・治療・手術の戦略を立案することが可能になる。また患部の映像や手術中術野の映像を仮想空間にリアルタイムで取り込むことによって、遠隔地で行われている診断・治療・手術を専門家がモニターし、アドバイスを与えることができ、さらには遠隔操作で参加すること(telesurgery)も考えられる。

一方、患者・家族のための医療情報支援も重要な課題である。医療サービスを受ける側にとって、病気の性質・治療の方針・進展・予後などの専門的知識は、自己が決定権を持つために必須である。しかしインフォームドコンセントの形成のために適切かつ丁寧な説明を行うためには時間と労力が必要である。医療情報システムを利用して適切な説明資料を提供すれば、病状の把握がスムーズになされ、医療側と共通の認識の基に判断できる環境が整う。

患者が個人情報端末を使って病院に遠隔アクセスできるシステムは、タイムリーに医療を行うと共に、医療費と患者の負担を削減する有効な手段となるだろう。在宅療養者・高齢者・身体障害者等が端末を介して、医療従事者やケースワーカーと通信し、経過管理・生活指導などを受ける。病気になった人が手軽に医師に相談するための手段でもある。このためには、情報を患者側と医療側の間で共有できる解りやすいインターフェース技術の開発が重要である。また、通信を介した医療行為における、診療報酬および医療責任に関する法的整備が必須の課題となる。

患者が病室や通常と異なるどんな環境にいても通常の生活・社会活動ができるレベルの環境を提供することによって、精神的・社会的支援を行うシステムも必要であろう。入院患者が大部屋にいても個室に在ると同様の環境、個室でも家庭に在ると同様の環境をバーチャルリアリティ技術を使って提供するアメニティシステムや、インターネット等を通じて社会活動を行うためのインフラストラクチャーである。

教育講演 1

骨盤部のMRI

富樫かおり

京都大学映像医療学

骨盤部MRIに求められる役割は大きく、疾患の同定、病変の鑑別、悪性腫瘍の病期分類に分けることができる。病期分類に関しては膀胱腫瘍、前立腺癌、子宮腫瘍等において、当初はT2強調画像、ついでダイナミック撮像による評価がこころみられ、一定の評価を得ているものもあれば、まだその評価が定まっていないものもある。子宮頸癌に関してはMRIは公式にはstaging work up に組み入れられてはいないものの、実際には最も信頼性の高い検査方法として広く普及し、多数の侵襲的検査方法を省略しうる事が知られている。さらに近年では、in vivo spectroscopy による前立腺癌の診断、頸癌のpharmacokinetic imageについても報告が散見され、従来の形態診断のみならず機能や血流その他を評価することで、早期の腫瘍の同定、病変の良悪性を評価する点に期待がよせられている。

病変の鑑別、疾患の同定に関してのMRIの貢献は、現在ほぼ確立したものと考えられる。MRIが実際の診療現場において広く普及している理由は、なんといっても頻度の高い良性疾患を高い精度で診断するという点であろう。ただし骨盤部、なかでも婦人科領域MRIのユニークな点としては、器質的疾患がなくとも内因性、外因性のさまざまな内分泌環境その他、機能的要因により著しく画像が変化するということがあげられ、これらの変化に対する理解は骨盤部MR画像の診断においてまず必須である。同様に器質的疾患の評価においてもMRIの信号情報は、病理組織のみならずや血流等の要因をも反映したものであることを理解する必要がある。特異的診断の手がかりとなる信号はT1強調画像における著しい高信号と、T2強調画像における著しい低信号であり、これらは血液、脂肪、高濃度の蛋白、ヒアリン変性、線維化などに相当する。他は特異的とはいえないものの、信号と病理組織や血流には密接な関係があり、これらの基本を理解することにより多くの疾患における組成の類推、鑑別診断が可能となる。

教育講演 2

びまん性肺炎のCT

村田喜代史

滋賀医科大学放射線部

胸部X線写真で限局性の浸潤影があつて肺炎に合う臨床症状があり、抗生物質に対する反応が良ければ、画像診断としては単純写真で十分でありCTを撮像する必要はない。しかし、時に病変がびまん性に拡がる場合や通常の治療に対する反応が悪い場合があり、これらの場合には精査のためにCTが施行されることが多い。CT検査の目的は、肺炎の病原体として通常の細菌以外の結核、マイコプラズマ、ウイルス、真菌、カリニ等の可能性はないかという点と非感染性肺炎の可能性はないかの2点である。もちろん、同一の病原体による肺炎であっても、病変の程度や時期、宿主の免疫状態、治療の有無といった要因によって、そのCT所見は幅広いスペクトラムをもつが、一方で、病原体によって病変の進展形式に特徴があることも事実である。また、非感染性肺炎の中にも種々の病態があり、そのCT所見も変化に富む。そこで、病変のvariationを評価する上でも、その基本型を理解しておくことは重要であり、本講演ではびまん性陰影を形成する種々の感染性および非感染性肺炎でのCT所見の基本型を取り上げ、それらがどのような病理像に基づいて形成されるかを解説する。

感染症で、びまん性陰影を呈する代表的疾患はウイルス肺炎であり、その病理像の特徴は細気管支炎と周囲肺胞の胞隔炎の両者の共存と考えることができる。このような病理変化はCTでは末梢気管支肺動脈束の腫大と周囲肺野のすりガラス影として表現される。マイコプラズマは気道上皮細胞を選択的に侵襲することから病変が気道に沿って進展する点に特徴があり、CTでは気管支肺動脈束の腫大とその隣接肺野の浸潤影がみられることが多い。

結核症では小葉中心性の比較的明瞭な粒状影からはじまって、進展とともに、その近位の細気管支変化、癒合による汎小葉性ないし多小葉性陰影、さらに空洞形成などの混在した変化がみられる。また、ランダムな分布の小粒状影を示す血行性進展の粟粒結核も忘れてはいけぬ。さらに、免疫低下患者では、地図状のすりガラス影が基本形であるカリニ肺炎や多発結節状浸潤影としてみられることの多い真菌症（とくにアス

ベルギルス症）も重要である。

びまん性の非感染性肺炎では間質性肺炎とその緑疾患が中心となるが、特に急性ないし亜急性の経過をとる疾患が感染症との鑑別で重要である。急性疾患には、びまん性肺泡領域損傷(DAD)、急性好酸球性肺炎(AEP)があり、両側びまん性のすりガラス影がみられる。AEPではseptal lineといった広義間質肥厚が同時にみられることが多く、また薬剤性肺障害としても同様の所見を呈する場合がある。亜急性に経過する疾患では、淡い小葉中心性粒状影とすりガラス影が共存する過敏性肺炎、斑状分布で浸潤影とすりガラス影が混在する、慢性好酸球性肺炎、BOOP、NSIPが重要である。一方、膠原病でも、特発性と形態学的に類似した急性、亜急性の間質性肺炎が生じることがよく知られている。もちろん画像のみから病原体を特定したり、間質性肺炎の組織診断を行うことはできないが、画像所見を丹念に解析して病変の進展形式を捉え、臨床所見を加味することによって鑑別を狭める情報が得られる場合が少なくない。

教育講演 3

膵疾患のMRI

廣橋 伸治

奈良県立医科大学 放射線医学教室

MRIは従来、空間分解能が悪く、撮像時間が長いいため、膵疾患の診断に対する有用性は限られていた。しかし、高速撮像法の発達により撮像時間が呼吸停止可能な範囲にまで短縮し、また、様々な造影剤が開発され、膵においても良好な画像を得られるようになってきた。さらに、これらの技術を駆使したMRCPが開発されるに至り、MRIは膵疾患の診断に大きな役割を果たすようになってきている。

本講演では、膵疾患のMRI診断について、正常像と発生異常、膵炎、実質性腫瘍、および嚢胞性腫瘍における、MRCPの有用性を中心に概説する。

1. 正常像と発生異常

膵実質はT1強調像でもT2強調像でも中等度の信号強度を呈する。脂肪抑制法を用いたT1強調像では膵実質は相対的高信号を示し、病変の存在診断に非常に有用である。また、Gd-DTPAなどの非特異性造影剤を用いた造影MRIの早期相で、正常膵実質は著明に濃染するため、病変部とのコントラストが明瞭になることが多く、診断に有用である。

最近のMRCPは正常膵管も高率に描出可能であり、描出不良例においてもセクレチンを併用することで描出できるようになる。セクレチン併用では、膵管描出を良好にすると同時に膵機能の推定も可能となる。また、MRCPの膵管の形態からCTなどでは困難であった各種の膵の発生異常の診断も可能となってきた。

2. 膵炎

膵炎の診断にMRIの果たす役割は限られている。しかし、膵炎の原因となる膵胆管異常の診断にはMRCPは重要な役割を果たす。特に、小児の急性膵炎の原因検索には直接造影の施行が困難であるためMRCPの果たす役割は大きく、膵管・胆管合流異常などの有・無を容易に判定することが出来る。

また、MRCPは慢性膵炎の診断や経過観察においても、ERCPに置き換わることが出来る。

3. 実質性腫瘍

実質性腫瘍のうち最も重要な浸潤性膵管癌の診断には、dynamic MRIとMRCPの組み合わせが有効で

あり、早期診断にも有用性が期待されているが、空間分解能の上から、未だ早期診断は困難であると言わざるを得ない。しかしながら、膵管を画像化できるMRCPは膵実質を深く浸潤した癌しか捉えられなかった従来の画像診断法よりも、より早期診断が可能な診断法であると考えられ、高分解能dynamic MRIとの併用による診断能の向上が期待される。その他の実質性腫瘍については、CTとほぼ同等の診断能であり、特にMRIの有用性は認められないが、膵管と実質性腫瘍の位置関係をT2強調像で把握できることは治療法の選択に有用な情報を提供することがある。

4. 嚢胞性腫瘍

MRIはT1、T2強調像における信号強度や拡散強調像の利用などにより嚢胞内容の推定が可能であることから、嚢胞性腫瘍の診断に果たす役割は大きい。また、MRCPの発達により嚢胞性腫瘍と膵管との位置関係が明瞭に把握できるようになり、特に、他の嚢胞性腫瘍との鑑別が困難であった膵管内腫瘍をMRCPにより容易に診断できるようになった意義は大きい。また、MRCPのデータを用いて作成できるvirtual pancreatoscopyにより得られる膵管内視像は、膵管内腫瘍の占拠範囲などの診断に有用であり、今後の発展と普及が期待される。

教育講演 4

腫瘍のFDG-PET

井上 登美夫

群馬大学医学部核医学教室

FDG-PETは生体内のブドウ糖代謝を画像化することにより腫瘍診断を行う画像診断法である。FDGはfluoro-deoxy glucoseの略であり、F-18で標識したブドウ糖という意味合いを持つ。また、PETはpositron emission tomographyの略であり、陽電子(ポジトロン)を放出する核種を用いて撮影する断層像を意味する。FDG PET自体はX線CTと同じく1970年代にすでに開発されていたが、その後のこの2つの診断技術の普及の差は大きいものがあつた。その大きな要因として、PET検査を行うためにはサイクロトロンなど大規模な設備が病院内に必要であり、莫大な経費を必要とすることがあつた。ところが近年、FDGの市販化、サイクロトンの小型化、FDG合成装置のキット化、ガンマカメラを用いた安価な撮影装置の開発、FDG-PET検査の診療報酬点数取得の可能性など、FDG PET 検査の臨床レベルの普及に向けて、様々な動きが活発化している。

腫瘍はぶどう糖をエネルギー源とすべく活発な糖代謝を営む。このことがFDG-PETで腫瘍特に悪性腫瘍を陽性画像として描出する基本原理となっている。1995年前後より全身PET撮影が実用化された以後、急速にがんに対する診療レベルでのFDG-PETの活用が期待されはじめた。現在まで非常に多くの悪性腫瘍に対するFDG-PETの有用性が報告されている。がん診療の中でのFDG-PET検査の位置付けが確立したわけではないが、

1. 全身スクリーニング検査として、通常のがん検診より高率に切除可能がんが検出される。
 2. 良性腫瘍と悪性腫瘍の鑑別に関してFDGの半定量的集積指標(SUV=standardized uptake value)が補助的情報となりうる。
 3. FDG-PETを組み合わせることにより、従来のX線CTによる大きさを基準とした所属リンパ節転移の診断精度をあげることが可能である。
 4. 術後ないし放射線治療後などXCTやMRIなどで形態学的に判定が困難な症例の再発転移の診断に有用である。
 5. 治療効果判定に有用である。
- などに要約される。最近では予後推定に関する有用

性も報告されてきている。

医療経済的評価をきびしく問われる現状では、従来のように単に診断精度が高いから有用であるといった理由だけでは保険診療の中で採用されにくい状況となっている。そういった医療経済的評価を踏まえた観点から、どのような症例に対してFDG-PETが有用であるかを知る一つの指針として、米国のMedicareで保険償還される臨床条件が参考となる。現在保険償還が認められているのは、

1. 肺の孤立性結節影で良悪性の鑑別を要する時。
2. non-small cell lung cancer の組織診断がついている症例のstaging目的
3. CEAなどの腫瘍マーカーが上昇している結腸直腸がん再発の検出
4. 悪性リンパ腫の診断とstaging
5. 悪性黒色腫再発例の転移検索である。

米国と我が国の保険制度の違いから同じ条件下で医療経済効果を含めた有用性が我が国でも同等に評価されるかという問題は詳細な検討が必要である。しかしながら、上記5項目いずれの条件も臨床的に非常に有用なケースであることは、日常のFDG-PET検査を行っている立場の診断医として極めて受け入れやすく、納得のいくものである。Medicareの保険償還は今後さらに適応が拡大されていくことが予想される。

欧米では腫瘍のFDG-PET検査は急増しており、我が国もその兆しが見え始めている。我が国で腫瘍診断のためのFDG-PETが定着するか否かは、上述したFDG-PET普及のための技術的進歩、法的整備が重要な鍵をにぎっているものと思われる。

教育講演 5

心臓のMRI

紀ノ定 保臣

京都府立医科大学 放射線医学

MRIを取り巻くハードウェアやパルス系列の技術進歩が著しい。ハードウェア、特に傾斜磁場コイルの技術的進歩には目を見張るものがあり、高速撮像技術に大きく貢献している。

心臓は構造的に複雑である、周期的ではあるが動きのある組織である、大血管系での血流速度が非常に早い、細く複雑に走行する冠状動脈がある、等が相俟ってMRI撮像には不得手な領域であった。しかし、最近のMRI技術は高速撮像が可能なハードウェア性能とこれを利用した豊富なパルス系列のラインアップによって、心臓はもはや撮像困難な領域ではない。

segmented k-space型の高速シネ撮像法の導入によって呼吸停止下での撮像や、三次元的な画像の高速取得が可能になった。また、横隔膜や設定した標的領域の動きをreal timeにモニターし、motion artifactを軽減するnavigation echo法等も導入され、心臓領域の画質は著しく向上した。さらに、従来は高速に流れる血流がflow artifactの原因となり心筋の評価能を劣化させていたが、RFパルスの性能向上と血流へのtagging技術によって、double IRを用いたblack bloodや脂肪抑制も考慮したtriple IRの利用が可能になり、心筋や弁構造の評価が容易になった。同時に、冠状動脈の描出能も向上した。

心筋taggingは心筋線維の収縮能評価に有用であり、同時に心臓の三次元的なねじれ運動や刺激伝導系との関係付けが可能になりつつある。特に、心筋tagging法を利用して解析した心筋収縮および心筋壁の回転運動を古典的な刺激伝導系による左心室の興奮前面波の到着時間と比較検討し、心筋壁運動の解析結果を電気生理学的な観点から考察することが可能になった。SPAMM パルスを付加したGRASS ベースのシネ撮像法パルス系列を利用し、R波に同期してSPAMMを印加後、25msec間隔でシネ画像を取得する。tag作成に要する時間は20msec。tag間隔は7mm。撮像面は左心室中央部の短軸面であり、心尖部から4、5、6 cmの位置を選択。これらの画像から、tag交点の時系列的な心筋の力学的なひずみと左心室短軸断面内の回転角度を算出した。その結果、短軸断面内の回転角度は左心室収縮が進むにつれて次第に大きくなり、心筋はいっせいに同じ方向に回転し

た。しかし、短軸断面内の左心室中隔から後壁にかけて、左心室収縮早期の時点で逆方向に回転する部位が認められた。この結果を左心室短軸断面内での興奮伝播パターンから考察したとき、左心室収縮早期の時点で逆方向に回転する心筋壁部位は興奮前面波の到着時間が遅れている領域と一致することが明らかになった。

本教育講演では、MRIは心臓の構造と機能を精度良く描出しつつあることを報告する。

教育講演 6

脳血管障害の脳血流SPECT

星 博昭

岐阜大学医学部放射線科

脳血流SPECTは1980年代に登場し、機能画像診断法として用いられてきた。その間、発売されてきた放射性医薬品にはいくつかあり、現在は主に3種類使用されている。ただし、それぞれの脳内分布は微妙に異なるため読影時に注意を要する。慢性期脳梗塞、TIA、内頸動脈狭窄症バイパス手術後などではダイアモックス負荷前後のSPECTを一回の検査で撮影し、絶対値を得る方法もあり、血管反応評価が容易な検査法である。以下、脳血管障害の脳血流SPECTについて臨床例を中心として述べる。

1. 脳梗塞

脳血流SPECTの目的は虚血の診断、病変の有無、程度、範囲の判定などの初期診断や治療効果の判定である。超急性期ではCTや通常のMRI像で異常が検出されない時期でも脳血流SPECTでは発症直後より病変部位の血流低下が描出できるため、緊急のInterventional Neuroradiologyや予後の判定を行なえる。しかし、最近Diffusion MRIやperfusion CTの出現により検査意義が低くなっていく可能性がある。脳塞栓症では閉塞後再開通することも多く、再開通がおこると亜急性においてluxury perfusion syndromeとなる。この時期はCT、MRIでfogging effectの時期に相当し、CT、MRIでは造影検査を行うと病変部は強く濃染する。脳血流SPECTにおいて病変部は血流を反映し、 ^{123}I -IMP、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAOでは高集積となる。しかし、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECDで脳血流SPECTを行うと逆に病変部は低集積となる。慢性期においてはダイアモックス負荷試験が有用であり、脳循環予備能の評価が必要である。

2. TIA

TIAでは通常の脳血流SPECT上多くは異常を認めないが、半球全体あるいは一部の領域での血流低下として描出される例がある。いずれの例でも脳循環予備能の評価が必要であり、ダイアモックスによる負荷試験にて脳循環予備能が低下している領域が出現した場合、MRAを行えば内頸動脈など主幹動脈の狭窄が高率に認められる。

3. 脳出血

血腫による脳組織障害、周囲の浮腫により、脳血流低下がみられる。血腫自体は欠損像となり、浮腫の領域も通常血流低下領域として描出される。血流低下は通常CTでみられる範囲より広いことが多く、また、急性期では血腫や周囲浮腫に近接する皮質にまで血流低下領域がおよぶこともある。慢性期には多くの例で回復するが、CT、MRIで血腫の痕跡例でも脳血流SPECTで皮質に及ぶ広範囲な血流低下を示す症例もよく経験する。

4. クモ膜下出血

発症1週間前後でしばしば出現する脳血管攣縮は、脳循環障害を引き起こし、クモ膜下出血の重要な予後因子となっているのでこの時期に脳血流SPECTを行なう。血管攣縮の生じた領域は脳梗塞に陥る場合が多く、急性期脳梗塞と同様の病態となる。

まとめ

核医学検査は臓器の生理的機能を利用して形態および機能の診断を行ってきた。今後他のモダリティと融合し、今までの血流情報に加え、生理学的、生化学的な機能測定分野の新たな発展が期待される。

一般演題 1

子宮adenomatoid tumorの2例

三森天人¹、森本真美¹、松原伸一郎¹、山本道教¹、
平木祥夫²
姫路赤十字病院 放¹、岡山大 放²

子宮のadenomatoid tumorは漿膜と筋層に発生する中皮細胞由来の比較的稀な良性腫瘍で、その画像に関する報告は少なく、術前診断は困難と思われる。今回術前にMRIを施行した子宮のadenomatoid tumorの2例を経験したので報告する。

症例1は34歳の女性。近医にて左卵巣腫瘍および子宮筋腫を指摘され精査加療目的にて当院紹介となる。MRIでは子宮の筋層から漿膜側へと突出する5cm大の腫瘍がみられ、腫瘍内部はT2強調像では比較的均一な低信号で辺縁に淡い高信号の部位がみられた。T1強調像では腫瘍の辺縁にflow voidらしきsignal voidもみられた。dynamic MRIでは早期に腫瘍の中央部よりから強く造影され、造影後では子宮筋層より造影効果のやや弱い内部均一な腫瘍として認められた。卵巣腫瘍とともに手術が施行され、病理組織所見よりadenomatoid tumorと診断された。

症例2は43歳の女性。複数の筋腫の核出術のため当院入院となる。いずれの病変もT2強調像では境界明瞭で均一な低信号を呈し、dynamic MRIでは早期に筋層と同程度に造影され、造影後ではいずれも子宮筋層より造影効果の弱い均一な腫瘍として認められた。複数の子宮筋腫と診断され核出術が施行されたが、そのうちの1つの小さな結節は病理組織所見よりadenomatoid tumorと診断された。

子宮のadenomatoid tumorは筋腫と類似したMR像を呈すると考えられ、若干の文献的考察を加えて報告する。

一般演題 2

MRIが術前診断に有用であった

Intravenous Leiomyomatosisの1例

上者郁夫¹、吉田安友子¹、津野田雅敏¹、戸上 泉¹、
平木祥夫¹、
水谷靖司²、工藤尚文²、河田政明³、佐野俊二³、
能登原憲司⁴、赤松信雄⁵
岡山大 放¹、同 産婦²、同 心外³、同 1病理⁴、
姫路赤十字 産婦⁵

静脈内平滑筋腫症 (Intravenous Leiomyomatosis, 以下IVL) は子宮筋腫あるいは子宮内静脈壁から生じた良性平滑筋腫瘍が静脈内に成長進展したものと定義されている比較的稀な疾患である。今回、我々はMRIが術前診断に有用であった本症の1例を経験したのでMRIを中心に報告する。症例は46歳女性。膀胱炎症状および下腿浮腫を主訴に近医を受診し、骨盤内腫瘍および下大静脈内と右心房内にも腫瘍を指摘された。精査加療目的にて当院を紹介され、MRIにて骨盤内に変性が著明な子宮筋腫が認められ、子宮筋腫から左内腸骨静脈、左総腸骨静脈、下大静脈を経て右心房まで連続して進展した静脈内腫瘍が認められたためIVLが疑われた。手術は体外循環下に血管内筋腫除去術、子宮全摘術および両側付属器切除が行われた。筋腫は子宮体部左側より広間膜内へと発育し、変性が著明であった。病理診断にて良性の平滑筋腫が確認され、IVLと診断された。術前に行ったMRI検査は従来のSE法に加えてdark blood法を併用したTurbo-SE法 (DB-TSE法) と2D-FLASH法および3D-FISP法をもとにしたMRVを施行した。SE法は、骨盤内腫瘍とくに変性子宮筋腫の診断に有用であった。DB-TSE法は呼吸停止下の撮像が可能で、そのため腫瘍が明瞭に描出され血管腔との識別能が良好であった。MRVは静脈の描出に優れ静脈内腫瘍の存在、進展範囲を欠損像として描出した。以前は本症の術前診断は困難といわれ、術中・術後の病理組織診断にて確定していたが、最近の画像診断の発展により正確な術前診断が可能となっている。本例においてもMRIは血管腔の描出、腫瘍の質的診断および進展範囲の把握に有用であった。

一般演題 3

骨髄病変の評価に対する低磁場MRIの opposed phaseの有用性

戸上 泉¹、笹井信也¹、吉田安友子¹、清 哲朗¹、
津野田雅敏¹、赤木史郎¹、上者郁夫¹、平木祥夫¹、

大野誠一郎²

岡山大学 放¹、中放²

目的：骨髄病変の診断においては、病変の形態、信号パターン、造影効果などの評価が重要である。しかしながら、低磁場MRI装置による骨髄疾患の診断において、病変と正常骨髄とのコントラストが不良であり、かつ、造影効果の判定に苦慮することをしばしば経験する。今回、骨髄病変の診断におけるopposed phase画像についてその初期経験を報告する。

対象と方法：使用機器はMagnetom Open (0.2T, Siemens)でコイルはボディコイルを使用した。撮像シーケンスはT1強調 spin echo法、T1強調 opposed phase gradient echo法、T1強調 in phase gradient echo法、T2強調 turbo-spin echo法、T2*強調 opposed phase gradient echo法、T2*強調 in phase gradient echo法である。検討はファントム、健常ボランティア、臨床例で行った。ファントムでは脂肪成分(ベビーオイル)と水成分(塩化マンガン水溶液)を同一容器に注入し、スライス断面を移動させることにより水と脂肪の混合比を変化させ信号雑音比を測定した。健常ボランティアは第三腰椎椎体の信号雑音比を測定し、各撮像法における信号雑音比および年齢による変化について検討した。臨床例は放射線科専門医2名の合議により評価し、病変のコントラストと造影効果を判定した。

結果：ファントムではopposed phase画像において、T1WI・T2*WIともに水と脂肪の混在による信号低下が確認できた。健常ボランティアではopposed phase画像はT1WI・T2*WIともに各年齢において低信号を示した。信号強度は年齢によって異なる傾向が認められ、骨髄の構成成分の差による要因と推測された。臨床例においては、opposed phase画像でコントラストの改善する例が認められた。造影効果もある程度判定可能であった。

結論：低磁場MRI(0.2Tesla)における骨髄転移巣などの骨髄疾患の診断において、opposed phase画像は有望であると期待される。今後、臨床例を増やして検討したい。

一般演題 4

点眼併用MR-Dacryocystography (MR涙道造影)についての検討

吉川 武¹、廣田省三¹、大野良治¹、伊崎健太¹、
福田哲也¹、元原智文¹、杉本幸司¹、松本真一¹、

杉村和朗¹、安積 淳²、横川修作³

神戸大学放射線科・中央放射線部¹、同 眼科²、

千船病院放射線科³

【背景】

従来より涙道疾患の診断にリピオドールまたはヨード造影剤を用いた涙道造影が行われているが、専門的・侵襲的処置が必要で被爆があり造影剤も必要で、炎症や変形の強い症例では施行困難である。より安全かつ簡便な検査法の開発が望まれる。

【目的】

今回、我々は生食及び生食で希釈したGd-DTPA溶液の点眼を併用したMR涙道造影の安全性を確認し、正常例及び臨症例にて有用性を検討したので報告する。

【対象・方法】

- 1) 希釈Gd溶液の安全性を家兎・健常成人にて検討した。
- 2) 1.5Tの臨床MR機を用い健常成人10人でMR涙道造影の描出能を検討した。片眼に生食を点眼後にMR-hydrography (2D-thick slice脂肪抑制T2強調冠状断像)とthin slice脂肪抑制T2強調横断像を撮像した。対側眼に100倍希釈Gd液を点眼後にTOF法のMRAと同様の脂肪抑制3D-T1-FFE法を撮像し腹側より見たMIP像を作成した。thin slice脂肪抑制T1強調横断像も撮像した。
- 3) 涙道疾患患者11人(うち慢性涙嚢炎・鼻涙管閉塞症7人)の22本の鼻涙管で描出能を検討した。両眼に生食、続いて希釈Gd液を点眼した。生食点眼後に各T2強調像を撮像しGd点眼法後に各T1強調像を撮像した。Lipiodolを用いた涙道造影が施行された6症例ではこれと比較した。

【結果】

- 1) 家兎・成人全例で副作用は認めなかった。
- 2) 健常成人では涙嚢・鼻涙管は生食法冠状断像、Gd点眼法FFE法MIP像ともに全例で描出された。生食法冠状断像が涙嚢・鼻涙管の形態を正確に描出し

た。涙小管は各横断像のみで描出され描出率は半数前後であった。

3) 11本の閉塞鼻涙管にて閉塞を確認でき、Lipiodol 涙道造影施行例では同様の所見が得られた。生食点眼法は軽症例の通過性の判定には有用であったが貯留物も描出され、閉塞部位の同定・程度の把握にはGd点限法が有用であった。両方を組み合わせることにより涙嚢・鼻涙管の状態が良く把握できた。また、術後症例でも有用であった。

【結語】

本法は非侵襲的に涙道の情報が得られ有用な検査法となりうると考えられた。

一般演題 5

先天性気管支閉鎖症の3DCT

落合健史、町田喜久雄、本田憲業、高橋卓、細野眞、高橋健夫、鹿島田明夫、清水祐次、長田久人、豊田肇、渡部渉、大道雅英、大多和伸幸、本戸幹人、薄井庸孝、

岡田武倫、西村敬一郎

埼玉医大総合医療センター 放射線科

症例は23歳男性。転落事故による左腎損傷の治療経過中に、偶然胸部CTにて左下葉S8に周囲肺気腫様変化を伴う4x2 cm大の腫瘤を認めたため、肺分画症が疑われ当料受診となった。当科にて肺野CTおよび3DCTを施行したところ、上記病変周囲ではCT値が吸気時と呼気時とでほとんど変化を示さず、air trappingの状態であった。腫瘤からは枝が伸びているように見え、先天性気管支閉鎖症に特徴的な所見であった。

一般演題 6

部分投影データによる小型3次元X線CT
(Ortho-CT)の開発と頭部硬組織診断への応用

新井 嘉則、篠田宏司

日本大学歯学部放射線学教室

目的：部分投影データによるコーンビーム方式の小型3次元X線CT(Ortho-CT)の開発を行い、解像度の評価を行った。また、顎関節、顎骨、上顎洞、内耳、トルコ鞍などの頭部の硬組織診断に応用し、大変有効であったので報告する。

方法：歯科用多機能断層撮影装置Scanora (Soredex, Finland) を改造し小型3次元X線CTを開発した。患者は座位で、頭部が固定される。X線センサーに4インチのLIを搭載し、回転中心のビームの大きさは高さ32mm幅38mmとした。撮影条件は管電圧85KV、管電流10mA、付加フィルター銅1mm、撮影時間17秒とした。撮影時、360度方向から得た、512枚の2次投影画像をコンピュータ (Pentium Ⅲ 550MHz) に取り込み、画像再構成を行った。画像再構成時間は約7分であった。画像を構成するVoxelの形は正立方形で1辺が0.136mmであった。画像再構成される範囲は直径32mm高さ38mmの円柱形の領域とした。解像力の測定は0.1mmの銅線を被写体としてFFT法でMTFを求めた。臨床応用は本学倫理委員会の許可を得て、1997年12月より歯科疾患を中心に本学歯科病院で実施した。

結果：解像力は垂直水平ともにMTFが0となる限界点は2.0lp/mmであった。1999年6月末で1300症例を得た。微細な骨梁構造も3次元的に観察できるので、顎関節、顎骨の診断に有効であった。上顎洞では粘膜肥厚も観察でき、歯根尖と上顎洞底との詳細な関係についても診断が可能となった。内耳においては、耳小骨や蝸牛の観察が容易に行えた。

結論：部分投影データによる小型3次元X線CTの開発を行い、臨床応用した結果、頭部の硬組織診断に有効であった。

一般演題 7

大動脈瘤InterventionにおけるCTを用いた
ステントグラフト設計上野克也¹、松原紀宏¹、田中 寛¹、岩瀬知行²、
井上寛治³、浦山慎一⁴、今井靖浩⁵、杉本直三⁶、今村裕之⁶武田病院・放射線科¹、同・循環器内科²、同・心臓血管外科³、国立循環器病センター・放射線医学部⁴、関西大学大学院・工学研究科⁵、京都大学大学院・情報学研究科⁶

【目的】我々は、井上が独自に開発したDeviceとそのDelivery-Systemを用い、大動脈瘤に対するInterventional Radiologyであるステントグラフト治療術(TEGP)を行っている。術前に、動脈瘤の形態および大きさなどを精査し、病態に適合したステントグラフトの設計を行う。今回、国立循環器病センターと共同でHelical CTを利用した、ステントグラフト設計支援システム(Stent-Graft Virtual Design System: SGD)を開発した。平成11年1月から6月に、TEGPを行った34名に対しSGDを用い設計を行った。

【方法】Helical CTは、東芝 X-Vigor Laudatorを用い、管電圧:120KV・管電流:250mA・時間:0.75sec・スライス厚:3~5mm・寝台移動:3~5mm/Rで撮影した。350mgI/mlの非イオン性造影剤を1.5ml/secで45ml・1.0ml/secで50mlの二相性に静注し、スキャン開始までの遅延時間はRealPrepを用い行った。SGDはWindowsNTベースのPCで稼働し、1)CTで得たデータから大動脈を抽出し3D-CTAを構築する、2)動脈の中心軸を設定、3)3D-CTAおよび中心軸に垂直なMPR上で仮想ステントグラフトモデルを操作し、最適なステントグラフト留置位置に設定した。

【結果】仮想モデルを数値化することにより、ステントグラフトの設計に必要なデータが得られた。また設定した中心軸に垂直なMPR像が得られるため、3D-CTAでは判別が難しい血栓や石灰化が容易に判った。臨床では、30名が設計通りに成功した。残り4名は設計に大きな間違いはなかったが、様々な問題で予定の位置に留置できなかった。

【結語】ステントグラフト設計支援システム(SGD)はステントグラフトの設計において有用であった。

一般演題 8

脳動静脈シャント性疾患の脳血流量と脳血液量

水野晋二¹、加古伸雄¹、野沢麻枝¹、浅野隆彦¹、
星 博昭¹、
郭 泰彦²、奥村 歩²、岩間 亨²、坂井 昇²
岐阜大・放¹、同・脳外科²

【目的】脳動静脈シャント性疾患の病変周囲の脳循環動態を検討した。

【対象・方法】は脳動静脈シャント性疾患の4例で、AVF3例と、AVM1例である。脳血流量は、split dose IMP SPECT法を用いてacetazolamide負荷前後の定量評価を行った。脳血液量はMRIを用いdynamic MRIのtime- $\Delta R2^*$ から脳血液量を測定した(perfusion MRI)。

【結果】全例で、脳血流量は病変の周囲に低下を認め、steal現象と考えられた。また脳血液量は、増加を示し動脈血のシャントにより静脈圧が上昇していると考えられた。術直後のシャント周囲にはCBVの強い上昇がみられ、これはvaso-paralysisに陥っていた周囲血管に正常圧の血流が流入することにより生じているものと考えられた。

一般演題 9

脊髄小脳変成症の局所脳血流量

渡辺 薫、牛嶋 陽、奥山智緒、久保田隆生、
杉原洋樹、西村恒彦
京都府立医大・放

目的：脊髄小脳変性症(SCD)の局所脳血流量(rCBF)と各病型における脳血流分布の差異を検討した。

対象と方法：病歴と家族歴、診察所見、頭部MRIによりSCDと診断された12例で、弧発性オリブ橋小脳萎縮症(OPCA)6例、晩発性小脳皮質萎縮症(LCCA)1例、遺伝性脊髄小脳変性症(SCA)5例であった。SCAはさらにOPCA型3例と小脳皮質萎縮症(CCA)型2例に分けられた。IMP-ARG法によりCBFを算出し、前頭葉(上・下)、運動野、頭頂葉、側頭葉、基底核、視床、小脳半球、小脳虫部、脳幹部の計10領域のrCBFを求めた。結果：各大脳皮質および中心灰白質の血流は、いずれもSCAのOPCA型で低値を示す傾向がみられたが、各病型間で有意差は認められなかった。小脳半球のrCBFは弧発性OPCA例とSCAのOPCA型で高度の低下がみられた。LCCA例とCCA型は正常範囲内であった。小脳虫部も同様の結果を示し、SCAのOPCA型が最も低下していた。脳幹部の血流量は、LCCA例とOPCA例、SCAのOPCA型の3型で低下していたが、CCA型では低下していなかった。

結論：OPCAとSCAのOPCA型は、ともに小脳と脳幹で高度の血流低下がみられ類似した血流分布を示し、LCCAとSCAのCCA型は小脳血流の低下がみられなかった。またLCCAは、脳幹部の血流低下がみられ、CCA型との差異がみられた。SCDは病型により小脳と脳幹の血流低下パターンが異なり、脳血流量の測定は病型診断に有用と思われた。

一般演題 10

運動負荷タリウムSPECTが偽陰性を示した
狭心症の一例

清水裕次、町田喜久雄、本田憲業、高橋卓、細野眞、
高橋健夫、鹿島田明夫、長田久人、豊田肇、大道雅英、
渡部渉、大多和伸幸、落合健史、本戸幹人、岡田武倫、
薄井庸孝、西村敬一郎

埼玉医科大学総合医療センター 放射線科

症例は71才女性。主訴は労作時胸部不快感。平成10年3月頃より労作時胸部圧迫感が出現するようになったが、安静にて軽快していた。平成10年9月28日、近医受診したところ、心房細動を指摘され5日間入院。平成10年10月8日入浴後、胸部不快感、動悸出現し同院再診したところ、心電図上、心房細動並びにⅡ、Ⅲ、aVF、V3～V6にST低下を指摘され狭心症疑いにて当院紹介入院となった。入院後、投薬治療によりsinus rhythmとなった。10月12日施行した負荷タリウムシンチでは心筋に明らかなRI集積低下、欠損部位を認めず、虚血性心疾患を示唆する所見を認めなかったが、14日施行の運動負荷心電図検査ではpositive studyであった。入院時の心電図所見と合わせ、虚血性心疾患疑いの診断のもと、10月22日心血管造影施行。その結果、LMTに75%狭窄、RCAに25%狭窄を認め、11月5日CABG施行となった。11月27日施行の運動負荷心電図検査ではnegative studyであったため12月5日退院となった。平成11年5月13日施行の負荷タリウムシンチは正常所見であった。負荷タリウムシンチでのfalse negativeの原因として、運動負荷の不足、狭心症治療薬を投与した上での検査施行、3枝病変のためのglobal reduction in coronary blood flowなどが挙げられる。本症例では、心電図モニタ上ST低下を確認した上で運動を中止しており運動負荷は充分であった。また負荷タリウムシンチ施行当日は、それまで病室で内服していた狭心症治療薬は中止しており、結果を修飾する因子は排除していると言える。LMT、RCAの狭窄のためにglobal reduction in coronary blood flowの状態にあったことに起因するfalse negativeと考えられた。

一般演題 11

肺癌におけるTc-99m MIBIの集積率、残留率と
予後との関係

小森 剛、土井健司、荒谷泰三、宇都宮啓太、
末吉公三、辰 光吉、清水雅史、楢林 勇
大阪医大・放

【目的】

原発性肺癌患者23例にTc-99m MIBI(MIBI)SPECTを施行し、その集積率、残留率と放射線治療及び化学療法後の予後との相関を検討した。

【対象と方法】

対象は1993年7月から1996年3月までにMIBI SPECTを施行し、その後放射線治療及び化学療法を受けた肺癌23例(腺癌9例、扁平上皮癌8例、小細胞癌4例、粘液類表皮癌1例、分類不能癌1例)男性19例、女性4例、42～82歳(平均 62.1 ± 10.5 歳)。方法はMIBI600MBq静注後15分後と3時間後にMIBI SPECTを撮像した。使用機種は東芝社製GCA9300A/HG、データ収集は128×128マトリクス、4度ステップ×30秒で90方向から行い、6.4mm厚で画像構成した。横断像にてMIBIの異常集積に一致した関心領域を設定し、voxelあたりの集積比をearly scanとdelayed scanにおいて求め、各々early ratio(ER)、delayed ratio(DR)とした。残留率(retention index:RI)を $(DR-ER)/ER \times 100$ とした。各パラメータを平均値で2群にわけ、MIBI SPECT検査日から1998年8月までの生存期間との相関を検討した。

【結果】

高RI群(> -6.5 , $n=10$)が低RI群(≤ -6.5 , $n=13$)に比べて有為により高い生存期間を示した。(18.5 vs 9.3wks, $p=0.012$, Mantel-Cox test)

【結語】

低RIを示す症例は予後が悪く、初回の集学的治療で完全寛解をめざす必要があることが示唆された。

一般演題 12

浸潤性乳管癌におけるSaturation transfer ratio
とHistological featureの相関性松島 秀¹、佐々木文雄²、恵良聖一³、曾我美勝³、大崎 光⁴、紀ノ定保臣⁵県立愛知病院放射線科部¹、愛知県がんセンター放射線診断部²、岐阜大学医学部生理学教室³、愛知県がんセンター放射線治療部⁴、京都府立医科大学放射線医学教室⁵

Saturation transfer ratio (STR)はsaturation transfer (ST) パルスのオフセット周波数が水のピークから遠いとき高分子の分子サイズに寄与した情報が得られ、組織の構造的な情報を反映し、10 ppm以下のとき結合水に寄与した情報が得られ、組織のcell proliferative activityに関する情報を反映する可能性がある。我々は浸潤性乳管癌の組織特性を評価するうえで、構造的な変化を評価するためにオフセット周波数1200 Hz (18.8 ppm)のSTR (STR1200)を、cell proliferative activityの変化を評価するために448 Hz (7ppm)のSTR (STR448)を算出かつ画像化し、病理組織像およびHistological featureとの相関性を検討した。

対象は浸潤性乳管癌27例 (Scirrhou carcinoma 9例, non-scirrhou carcinoma 18例)であり、使用装置は1.5T Signa advantage ver.4.8である。STは off resonance techniqueを用い、3.26 μ T のSTパルスをプレパレーションパルスとして18 ミリ秒間照射した。STRは $STR(\%) = 100 \times (1 - M_s/M_o) \cdot (I)$ と定義した。但し、 M_s , M_o はSTパルスがon, off時の同一部位における信号強度である。STR 画像はワークステーション上で(I)式を用いピクセルバイピクセルで計算画像を作成した。histological featureは浸潤性乳管癌のproductive fibrosis, dysplastic changesおよびmitosisについて3クラスに分類した。

STR1200 画像は病理組織像のScirrhou成分が多い部分で高信号 (STR が高値)を呈し、STR448 画像はcellular rich な部分で高信号を呈した。Scirrhou carcinomaのSTR1200はnon-scirrhou carcinoma に比して有意に高い値を示し、productive fibrosisの程度と相関した。STR448はdysplastic changesおよび mitosisの多い症例で有意に高い値を示した。

STR1200は間質中に存在するコラーゲン等の高分

子に関する情報を反映し、浸潤性乳管癌の構造的な特性を示すパラメータである。一方、STR448は細胞成分のOH基に関する情報が得られ、DNA, RNA, アミノ酸等の情報を反映する可能性があること、さらにmitosisと相関性を示すことから、浸潤性乳管癌の cell proliferative activityを評価し得る有効なパラメータと成り得る。

一般演題 13

乳癌の病理組織とMR imagingとの比較検討

佐々木文雄¹、水谷三浩²、村居 寛²、岩田広治²、
岩瀬卓二²、三浦重人²、大崎 光³、宮村広樹³、
長坂鑑次³、松島 秀⁴

愛知がんセンター放診¹、乳腺外科²、放射線治療部³、
県立愛知病院放射線科部⁴

目的：

乳癌のMRIを撮像し、乳癌の病理組織所見とMRIの関係を検討した。

対象及び方法：

対象は浸潤性乳管癌62例、嚢胞内乳頭癌4例、浸潤性小葉癌4例、粘液癌3例、髄様癌2例である。乳癌を病理組織別にみると腫瘍の形態別及び細胞成分、液性成分や間質反応に伴うfibrosisの多寡によりMRIがどの様に変化するのか検討した。

結果：

浸潤性乳管癌のうち硬癌はfibrosisが多く、形態や造影効果も不整である。充実腺管癌は逆に細胞成分が多く、辺縁平滑で造影効果も均一である。乳頭腺管癌は多発性に乳管内を発育するため桑実状で、個々の管内成分が中心壊死を伴った標的様の造影効果を示す。浸潤性小葉癌は形態的に硬癌と類似するが、造影効果は少ない細胞成分に一致して索状パターンを示す。髄様癌は充実腺管癌と類似するが、粘液癌は液性成分が多寡によって造影効果がマダラ状～均一となり嚢胞内乳頭癌～充実腺管癌と類似してくる。

結語：

MRIは乳癌の病理組織像と関連が深く、乳癌の形態や内部性状を反映する画像である。

一般演題 14

Helical CTによる乳癌の拡がり診断

-病理学的所見との比較検討-

古橋 哲¹、佐貫栄一¹、田中良明²、菊込正人³、
此枝紘一³

日本大学医学部付属練馬光が丘病院放射線科¹、
日本大学医学部放射線医学教室²、
川口市立医療センター³

乳房温存療法は今日の乳癌治療の標準術式となっており、その施行に当たっては浸潤範囲の正確な診断が必須条件である。乳癌の拡がり診断においては超音波検査のほかにMRIの有用性が報告されているが、現状では乳房の精査が可能なMRI装置が十分に普及しているとは言い難い。我々は helical CTによる乳癌の進展範囲の評価を試み、病理学的所見との対比を行った。有用性の検討、撮像法標準化の試みについて報告する。

対象は25～81才の女性32症例(32乳房)、機器はW-2000AD(日立製作所)を用いている。撮像条件は管電圧120kV、管電流175～250mA、スライス厚1～5mm、テーブル移動2～5mm/sec.にて行った。患者は専用マットに腹臥位とし、乳房を自然下垂させている。10mmスライスの単純CTにより撮像範囲を決定したのち、92mlの造影剤を秒間2～3mlにて上腕より静注、70秒後を早期像、5分後を後期像として撮影した。再構成を0.5～2mm幅にて行い、水平断、MPRによる矢状断、冠状断、病理断面断(腫瘍と乳頭を結ぶ線に直交する)、MIP、3Dの各画像を得た。

乳管内進展及び多発病巣の有無について病理所見との比較検討を行ったところ、Sensitivity 84%、Specificity 85%、Accuracy 84%とほぼ良好な結果が得られた。硬癌など一部の症例では胸壁浸潤の判定が超音波像では困難であったが、これらに対しても水平断と矢状断による検討が有用であった。またMIP及び3D像は全体像が把握しやすいことから、インフォームドコンセントを求める場合にも有用であった。乳癌の術前検査として本法は有用性が高いと考えられる。

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619