

II. 健康モニタリング部門

健康モニタリング部門では、磁気共鳴イメージング(MRI)装置など、高度な先進機器を使用し、科学的に健康度を評価する方法を研究した。この成果を身近な健康測定法に転換しながら、それが適切かつ信頼性が高いものであるかどうかを検証すると共に、新たな健康指標の確立を目指して活動した。

MRIの導入(章末資料「INNERVISION別冊付録」参照)

健康モニタリング部門の事業の骨格となるMRI装置を平成21年度に導入した。そしてMRIを有効利用するために以下に示す運用規定を作成し、学内外に広報を行った。

磁気共鳴画像(MRI)装置の運用について

1. 装置の利用目的

- 1) 金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター(以下「センター」という)の事業「地域連携による健康増進科学の展開」を目的として利用する。
- 2) 人、ファントム、実験動物などを撮像対象とする。
- 3) 研究と教育のために利用し、診療に利用しない。

2. 装置の維持管理

- 1) 本装置は、センター健康モニタリング部門長(以下「管理者」という)が維持管理を行う。

3. 装置の利用

- 1) 本装置の利用手順は次のとおりとする。下線を申請者が行い、括弧内をセンターが行う。
利用申請 → 【審査・利用許可・利用予約】 → 利用 → 成果報告
- 2) 上記の利用申請から成果報告までの詳細については4及び5のとおりとする。利用に関する問い合わせ先は次のとおりである。
 - ・健康増進科学センター: kenkou@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp, 電話 076-265-2541 (平日 9:00 ~ 15:45)
 - ・MRI室: mri@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp, 電話 076-265-2699 (随時)

4. 装置の利用申請

- 1) 本装置の利用申請は、金沢大学の①教職員と②大学院生、③当センター長又は管理者が利用申請を認めた者(以下「利用者」という)ができる。
- 2) 本装置の利用申請に当たっては、あらかじめ金沢大学医学倫理委員会の承認を得ることや金沢大学動物実験規程に則った手続きを行うことなど、研究遂行上の必要事項を完了しておくこと。
尚、本装置が設置されている部屋(MRI室:保健学系3号館1階3106室)は、飼養保管施設外実験室として申請している。
- 3) 利用者は、事前にMRI装置利用申請書(以下「利用申請書」という)をセンターに提出する。
利用申請書は、センターホームページ <http://www.well-pro.jp/> のモニタリング部門「MRIの利用」(http://www.well-pro.jp/monitoring/pages/20100125_0001.shtml) からダウンロードし、必要事項を記入の上、Eメールに添付してセンター宛て<kenkou@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp>に送付すること。
- 4) センターにおいて利用申請書を審査した後、採否の結果が申請者に送付される。特に臨床実習や学生実験で毎週使用する場合は、十分に余裕を持って申請すること。

5. 装置の利用予約から成果報告まで

- 1) 利用申請書が採択された場合は、希望日時をセンター教職員がサイボウズ上で予約を行う。この場合、保健学系内のみ、<http://hokenjimu.mp.kanazawa-u.ac.jp/cgi-bin/cbag/ag.exe?> で予約を確認できる。
- 2) 本装置の操作は、センター担当教員等に依頼するか申請者自身で行う。操作を依頼する場合は事前にセンター担当教員と十分打ち合わせを行うとともに、利用時には立ち会わなければならない。一方、申請者自身で装置を操作する場合は、MRIの知識が十分であると同時に本装置に習熟していなければならない。また、MRI室の鍵を事前に健康増進科学センターで借りておき(平日 9:00 ~ 15:45)、使用後は施錠して速やかにセンターに返却する。当センターが閉まっている場合は、センタードア左側にある鍵返却用の隙間に入れる。
- 3) 利用は原則として 9:00 ~ 17:00 とし、連続して 3 時間を越えないこと。
- 4) 装置の周囲は絶えず高い磁場が発生しているため、検査室内に磁性体を持ち込まないこと。必ず備え付けの MRI チェックシートを使用して、撮像対象者に対して必要事項を確認しなければならない。同行者又は見学者等が検査室に入室する際も同様とする。
- 5) MRI 室に入室する際は、スリッパに履き替えること。特に検査室内を汚した場合には直ちに清掃すること。ただし掃除機の使用は厳禁であり、雑巾でホコリや汚れを除くこと。
- 6) 装置利用中にトラブルが生じた場合は、MRI 室電話機横に記した緊急時連絡先に電話すること。
- 7) 装置利用後は必ず清掃を行って初期状態に戻すこと。動物実験においては特に衛生状態に配慮し、逸走防止等の必要な処置を行うこと。
- 8) 装置内の画像データは適宜削除するので、記憶媒体に保存して利用者が管理すること。
- 9) 本装置以外で利用上必要になる物品は、原則として使用者が事前に用意する。
- 10) 利用者の重大な過失による故障の修理費は、当該利用者が負担しなければならない。
- 11) 施設内で遺伝子組換えや感染の実験を行わないこと。また危険物質を取り扱わないこと。
- 12) 本装置を研究として利用する場合は、年度末に成果報告を E メールで行わなければならない。
- 13) 本装置を利用して得られた研究成果は、センターとの共同研究として取り扱い、画像データの所有権も共有するものとする。

健康度評価のための研究

上記の MRI を活用しながら健康度測定法の研究・開発を行うために、健常ボランティア、動物およびファントムを対象として、以下に示す領域横断的な連携研究を行った(研究代表者のみ所属・氏名を記載)。

1. 「筋形態変化の指標として超音波装置を用いて測定された筋厚の妥当性について」(金沢大学医薬保健研究域保健学系・三秋泰一)

筋の形態的变化として正確にとらえるためには MRI による筋横断面積を計測するが簡易的な方法として超音波装置を用いて筋厚が測定されている。その妥当性を検討するために、健常成人男性 7 名(平均年齢 21.3 歳)を対象に MR 画像で測定した筋横断面積と超音波装置で測定した筋厚との間の相関を検討した。被検筋は外側広筋および腓腹筋とした。その結果、外側広筋については筋横断面積と筋厚の間の相関係数は安静時、筋収縮時それぞれ 0.78, 0.81 と高い相関を示した。腓腹筋については安静時、筋収縮時それぞれ 0.61, 0.71 と中等度の相関を示した。以上より、超音波装置を用いて測定された筋厚は筋の形態的变化をとらえる上で簡単に測定できる項目であることが示唆された。
2. 「交流電気測定による呼吸モニタリングに関する差分法シミュレーション -MRI 画像を用いて構築したモデルを用いた検討 -」(金沢大学医薬保健研究域保健学系・関根克尚)

3. 「高エネルギー放射線治療用ポリマーゲル線量計に対する MRI 情報解析」(金沢大学医薬保健研究域保健学系・越田吉郎)

現在放射線治療においては、強度変調放射線治療(IMRT)や定位放射線照射、陽子線や炭素線などによる粒子線治療など三次元的に複雑な線量分布をもった治療が盛んに行われており、その線量検証もより重要になっている。そこで、ポリマーゲル線量計を用いた線量依存性、線量率依存性、エネルギー依存性、深部線量百分率、経時変化について検討した。測定には MRI 装置を用い、R2 値で評価した。ポリマーゲル線量計の線量性依存、線量率依存性、エネルギー依存性は良かった。また方向依存性も小さく、三次元線量分布を測定することができるので線量検証においてこれから非常に有用な役割を果たすと考えられる。しかし、陽子線においては再度検証が必要である。またポリマーゲル線量計は照射から測定への時間、ゲルの作成における調合の割合などに左右されその値が変化するので、使用に際しては常に同一の条件で使用することに注意が必要である。

4. 「定位手術的照射の治療計画に用いることを想定した 0.4T MRI 画像の幾何学的精度の検証」(金沢大学医薬保健研究域保健学系・武村哲浩)

脳に対する定位手術的照射の治療計画において、組織コントラストが高い MRI 画像が CT 画像に重ね合わせて用いられる。しかしながら MRI 画像には磁場の不均一による幾何学的歪みがあるため、定位手術的照射に用いる MR 画像の歪みを正確に測定しておく必要がある。また永久磁石型のオープン型 MRI 装置は、通常用いられる超伝導型 1.5-T MRI 装置に比べ比較的安価で導入しやすく、閉所恐怖症の患者でも撮像でき、体位の自由度も大きいため定位手術的照射に使用するメリットもある。そこで本研究では、オープン型 0.4-T MRI (APERTO Eterna, 日立メディコ) による脳定位手術照射を仮定した撮像画像の幾何学的位置ズレについて検証した。0.4-T MRI を用いて、ラジオサージェリー治療計画 MRI 画像位置精度検証ファントム(QNA-01, QualitA) を撮像した。この際、幾何学的精度の高い CT でも撮像を行い、CT 画像を基準として X, Y, Z 軸方向個別の幾何学的位置ズレを求めた。またそれを元に XYZ 3 方向のズレのベクトル和を求めた。MRI 画像では X(左右), Y(前後) 方向よりも Z(体軸) 方向でズレが大きく、X, Y 方向では最大 1.34 mm, 1.88 mm であるのに対し、Z 方向では最大で 2.67 mm のズレがあった。また、ベクトル和の結果より、最大で X, Y 方向に ± 80 mm, Z 方向に -70 ~ 20 mm の範囲で 2 mm 以下のズレとなった。

5. 「MRI 装置における騒音伝達関数の多施設解析」(金沢大学大学院医学系研究科・濱口隆史)

MRI 検査における騒音は撮像パラメータやパルスシーケンスに依存する。この騒音は装置の構造や材質、磁場強度など、多くの要因によっても変化する。本研究の目的は、さまざまな MRI 装置における傾斜磁場と騒音間の伝達関数 gradient-pulse-to-acoustic-noise transfer function (GPAN-TF) を測定することで、撮像プロトコルに依存しない騒音特性を評価することである。静磁場強度 0.4-T から 3.0-T までの 11 台の装置で、傾斜磁場インパルスに対する音圧レベルを測定し、デコンボリューションを行うことで X, Y, Z 傾斜磁場コイルそれぞれの GPAN-TF を算出した。0.4-T の低磁場装置を除くすべての MRI 装置で GPAN-TF は高周波数成分が低周波数成分に比べ有意に大きくなった。高磁場装置であるほど高周波数成分の騒音を発生しやすいことがわかった。真空封入機構を用いた騒音低減効果を確認することができた。GPAN-TF 解析によって MRI 装置の詳細な騒音特性を得ることができた。

6. 「高脂肪飼料飼育肥満マウスの皮膚創傷治癒過程」(金沢大学医薬保健研究域保健学系・中谷壽男)

マウスを高脂肪飼料で飼育し、体脂肪が過剰に蓄積した肥満モデルを作製した。その後、皮膚全層欠損創を作製し、高脂肪飼料摂取群と標準飼料摂取群（コントロール群）との皮膚創傷治癒過程の違いを肉眼的、組織学的に比較した。15週間飼育後の高脂肪飼料摂取群では、体の脂肪量の平均値がコントロール群より2倍多かった。創作製後、高脂肪飼料摂取群の飼料摂取量が激減し、15日後には、コントロール群と同じような体重になり、MRIで測定した脂肪量も同程度になった。創も両群が同じように治癒した。

7. 「MRM-GRE法による肝臓の鉄および脂肪解析：低磁場MRIにおける検討」（金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター・松下達彦）

低磁場MRIを用いて肝臓の脂肪および鉄の代謝情報を得るために、MRM-GRE法を使用した脂肪含有率測定および鉄含有量測定の同時解析法の検討を行った。さらに、MRIで測定した脂肪含有率と体組成計で得られる各種測定値を比較した。本MRI解析手法の測定値が肝脂肪浸潤の程度を正確に評価可能であり、体組成計で得られる体脂肪率がこの簡易指標になることが判明した（下図参照）。

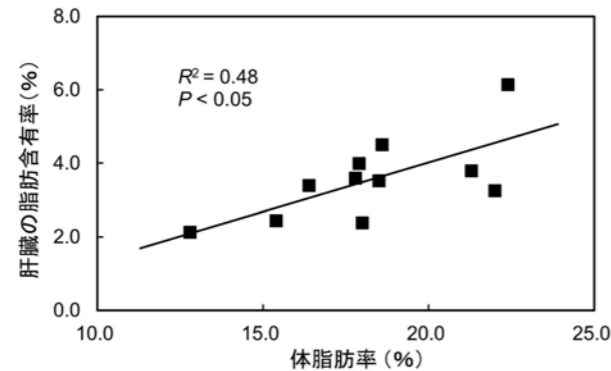


図. MRIで測定した肝臓の脂肪含有率と体組成計測定値との一例

8. 「腎不全モデルラットを使用したMRI用ガドリニウム造影剤の体内動態評価」（金沢大学医薬保健研究域保健学系・鷺山幸信）

重篤な腎機能障害をもつ患者へのMRI用Gd造影剤の投与は、造影剤が体内に長時間残留するため腎性全身性線維症（NSF：Nephrogenic Systemic Fibrosis）を引き起こす可能性がある。そこで、腎機能の低下が造影剤投与後のGd残留に及ぼす影響を検討した。腎不全モデルと健常のラットにGd造影剤オムニスキャンを通常使用量の25倍投与し、投与1時間、1日、2日後に腹部のMRI撮像を行った。その結果、腎不全モデル群と健常群の間に違いが認められた。今後Gd投与と腎不全による影響がどれくらい関与するのか、より詳しい検討をする必要がある。

9. 「栄養素平衡における内分泌・神経性制御機構」（金沢大学保健管理センター・中林肇）

経口摂取された栄養素が生体にとって効率よく吸収・処理されるためには、内分泌・自律神経系が連携して作動する必要がある。我々は摂食に伴い門脈血中の放出される膵・消化管ホルモンが、肝・門脈領域において自律神経（主に迷走神経）により感知されることを見出した（液性情報から神経性情報への変換）。ついで、この求心性情報が中枢神経系に到達し食欲などを制御するのみならず、遠心性自律神経系情報となり腹部内臓機能を制御する事を見出しつつある。そこで、このような栄養素平衡における内分泌・神経系が連携して制御する機構につき、種々の方面から検討中である。このような機構の解

明の一環として、迷走神経求心性情報がラットにおける長期にわたる栄養状態、とりわけ腹腔内臓と皮下組織における脂肪の分布状態（body composition）にどのように影響するかを、MRIを用いて評価するとともに、各種膵・消化管ホルモン変動、自律神経活動、食欲との関連をも明らかにすることを目的とした。

10. 「NASHからの肝発癌モデルマウスによるNIK-333の効果」（金沢大学大学院医学系研究科・岡田光）

非環式レチノイドであるNIK-333は、他のレチノイドに比べ副作用が少なく、安全性が高いため、肝発癌を抑制する創薬として期待されている。これまでに肝細胞癌に対する根治的外科手術後の再発を有意に抑制したとする報告はあるが、その作用機序は未だ不明な点が多い。そこで、MRIを使用した画像解析によりこの作用機序を検討した。NASHからの肝発癌モデルマウスであるSTAMマウスに高脂肪食投与群とNIK-333を含む高脂肪食投与群の2群に分け、16週間NIK-333を投与したあとMR画像を取得した。また、MRI撮影2日後に解剖し、肝組織の脂肪・肝発癌を確認するためにHE染色を行った。MR画像からNIK-333投与によって脂肪の蓄積・肝発癌が抑制していることが確認できた。またHE染色の結果から、脂肪肝・肝発癌共に抑制されていた。しかし、肝組織中の脂肪の成分であるトリグリセリドとコレステロールを測定したが、有意な差は見られなかった。以上より、NIK-333のNASHマウスモデルの脂肪の蓄積を抑制し、肝発癌抑制に働く可能性が示唆された。

11. 「下肢静的アライメントと下腿回旋可動域および大腿四頭筋の筋活動の関連」（金沢大学医薬保健研究域保健学系・三秋泰一）

日本では内側型の変形性膝関節症（膝OA）が多く、下腿内旋が減少することが多く見られることから、下肢の静的アライメントと下腿回旋の関連についてMRIおよび筋電図を用いて検討した。膝外反群8名、膝中間群8名、膝内反群10名の健常成人女性（平均年齢21.3歳）を対象に大腿骨に対する脛骨の他動回旋角度をMR画像を用いて計測した。また、大腿四頭筋の最大等尺性収縮中の内側広筋（VM）、外側広筋（VL）の筋活動量を測定した。その結果、他動回旋可動域については、外旋可動域は内反群及び中間群と比べて外反群の値が小さく、内旋可動域は外反群、中間群、内反群の順に値が大きい傾向が見られたが、有意差はみられなかった。筋活動については、VMのVLに対する筋活動比が、中間群より内反群の方が有意に大きかった。以上より、内反群は大腿四頭筋の中ではよりVMが活動していることが示唆され、内側型膝OA症例ではVMが萎縮しやすいと言われていることと関連していると考えられた。回旋可動域については動作中の回旋可動域の必要性が示唆された。

12. 「肝癌幹細胞の可視化を目指したMRIイメージ法の開発」（金沢大学附属病院消化器内科・山下太郎）

肝細胞癌は全世界で年間約62万人が罹患する第3の癌死亡原因である。近年、血液癌や一部の固形癌において幹細胞様の特徴を示す細胞群（癌幹細胞）の存在が明らかになり、癌の維持、転移に深く関わっている可能性が示唆されている。癌幹細胞は従来用いられている抗癌剤や放射線療法に対して高い抵抗性を有し、癌治療後の再発への関与が示唆されていることから、癌治療における重要な標的として認識されている。最近我々は肝幹細胞マーカーであるEpCAMとAFPを用いることで肝細胞癌を幹細胞タイプと肝細胞タイプに分類する方法を確立、発症年齢やWntシグナル活性の違い、肝切除後の予後など腫瘍としての特徴が大きく異なることを見出した。本研究において、我々はEpCAM陽性細胞を非侵襲的に評価することが可能な診断法の開発を目指し、肝癌培養細胞と免疫不全マウスを用いて皮下腫瘍モデルを作成した。MRI画像により本モデルの皮下腫瘍が評価可能であること、magnet nano-

particle を尾静脈から注射することによりマウスの肝臓が低シグナルを呈すること、を見出した。

13. 「人間の掌の構造を考慮したロボットハンドの開発」(金沢大学理工研究域機械工学系・渡辺哲陽)

ロボットは家庭や医療、福祉などの現場で欠かせない存在となりつつある。その中で手は様々な作業を実現するための手先効果器として、その重要性は極めて高い。本研究ではこのことを鑑み、人間の手の構造をもとに、人間の手に近いロボットハンドを開発した。このロボットハンドの次の4つの特徴をもつ。1) 従来のロボットハンドでは重要視されていない掌内部の自由度をもつこと示すような掌をすばめる動きが可能、2) 人間の生活環境での活用を考え、手の動く原理、構造、大きさなどを人間の手に類似なもの、3) プラスチック(ABS樹脂)を主な材料としたことで、従来の金属材料により作成されたロボットハンドと比べ極めて軽量、4) 駆動媒体として空気圧アクチュエータを採択することにより筋肉の収縮と弛緩の表現ができ、且つ軽くて安全。

14. 「樹状細胞の腹部実質臓器への経血管的導入に関する実験的研究」(金沢大学附属病院放射線科・香田 渉)

肝臓に対する樹状細胞免疫療法の際、標的臓器へ樹状細胞を効率的に集積させる必要がある。そこで、樹状細胞の経動脈的(あるいは経門脈的)注入にインターベンショナルラジオロジー技術を組み合わせた細胞導入法が有効であるか否かを評価するため、樹状細胞に磁気的標識を行い生体内での動態をMRI画像により追跡した。標識樹状細胞単独の経門脈的注入したもの、リピオドール注入後に標識樹状細胞を経門脈的注入したもの、ゼラチンスポンジ細片と標識樹状細胞を混和して経門脈的注入したものすべてにおいて、注入前と比較して注入直後のT2*強調像で肝実質の信号が低下した。これら3者の比較では、標識樹状細胞単独の注入より、塞栓物質であるリピオドールあるいはゼラチンスポンジ細片を併用して標識細胞を注入したもののほうが、信号低下が顕著であった。1日後、3日後、7日後のMRI画像では、3者ともT2*強調像における肝実質の信号強度は経時的に上昇してきた。今回の検討から、塞栓物質を併用することによって、注入した樹状細胞の肝臓への初期集積効率が高まる可能性が期待される。ただし、現時点では実験対象の数が少ないため臨床応用にはさらなる検討が必要である。

15. 「低磁場MRIにおける頭蓋内コンプライアンス解析」(金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター・松下達彦)

低磁場MRIにおいて頭蓋内環境の非侵襲的モニタリング法を検証し、脳の動的柔らかさの指標である頭蓋内コンプライアンスインデックスや頭蓋内圧を非侵襲的に測定可能であることを実証した。

16. 「近赤外線による表在血管イメージングシステムの開発」(金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター・松下達彦)

近赤外線が透過困難な厚い部位においても簡便かつ非侵襲的に血管像を得るイメージングシステムを開発した。また、tuned aperture computed tomographyプログラムによる血管の近赤外線断層像のイメージングと酸素飽和度解析を行い、本システムの有用性を実証した。

17. 「MRIを用いた脳組織の水分子揺動評価方法の開発」(金沢大学医薬保健研究域保健学系・宮地利明)

MRIを使用して非侵襲的に脳組織の水分子揺動(delta-ADC)を評価する手法を開発し、脳老化度を評価する新たな指標(脳の「かたさ」年齢)になる可能性があることが判明した(下図参照)。この評価

手法に関しては、マイアミ大学、アメリカ航空宇宙局(NASA)などの研究者と共同研究のシナリオを作成し、実施に向けて進めている。またU.S.-JAPAN Brain Research Cooperative Program(アメリカ国立衛生研究所(NIH)が窓口)に申請し採択された。

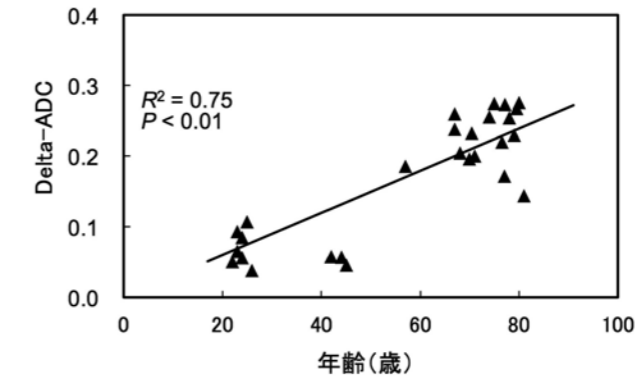


図. Delta-ADCと年齢の関係

以上の研究を現在までに実施しているが、今後は本研究で得られた解析結果や開発した解析手法を健康モニタリング手法として実用化すると同時に、さらに多くのデータを蓄積・解析し、ICTを介して健康増進科学の事業連携先である健診機関や健康増進機関とデータを共有・検証して健康増進に関する因子の洗い出しを行う予定である。

特記すべき業績

【論文】

- Matsushita T, Miyati T, Nakayama K, Hamaguchi T, Hayakawa Y, Farman AG, Ohtake S. Qualitative near infrared vascular imaging system with tuned aperture computed tomography. J Biomed Opt. 2011;16: 076004.
- Matsushita T, Miyati T, Ohno N, Ogino T, Okuaki T, Hayashi N, Kitanaka A, Hamaguchi T, Ohtake S. Simultaneous R_2^* and liver fat-fraction measurement using modulus and real multiple gradient-echo with low-field MRI. Medical Imaging and Information Sciences. 2011;28:97-101.
- Ohno N, Miyati T, Mase M, Osawa T, Kan H, Kasai H, Hara M, Shibamoto Y, Hayashi N, Gabata T, Matsui O. Idiopathic normal-pressure hydrocephalus: temporal changes in ADC during cardiac cycle. Radiology. 2011;261:560-565.

【学会発表】

- Matsushita T, Miyati T, Hayashi N, Ohno N, Kitanaka A, Ohtake S, Hamaguchi T. Simultaneous R_2^* and fat fraction measurement of the liver with modulus and real multiple gradient-echo with low-field MRI system, 97th RSNA Meeting, Chicago (USA), (2011).
- 松下達彦, 宮地利明, 林則夫, 大野直樹, 大竹茂樹, 中低磁場MRI装置におけるMRM(modulus and real multiple)-GRE法を用いた肝臓の鉄含有量および脂肪含有率同時測定, 日本放射線技術学会第38回秋季学術大会, 神戸, (2011).

【資料】



2009年4月1日、金沢大学医薬保健研究域に、健康で長生きしたいという国民の願いを実現するために「健康増進科学センター」が開設された。同センターでは同年、研究の中心を担う装置として、日立メディコの永久磁石型0.4TオープンMRI [APERTO Eterna]を導入した。健康度測定法のさまざまな研究を進める一方で、今年4月からは学生の教育にも本格的に活用される予定である。研究と教育それぞれの面でAPERTO Eternaが担う役割や期待について、同大学保健学系教授で同センター健康モニタリング部門長の宮地利明氏にお話をうかがった。

健康寿命を伸ばす研究を目的に「健康増進科学センター」を開設

「健康増進科学センター（Wellness Promotion Science Center：略称ウェルプロ）」は、平成21年度に金沢大学が文部科学省から採択された特別教育研究経費の連携融合事業「地域連携による健康増進科学の展開」の中心となる組織として、2009年4月1日に同大学医薬保健研究域に設置された（図1）。同センターは、国民の健康寿命（健康で自立して暮らすことができる期間）の延伸に寄与することを



健康増進科学センターの主なスタッフ（中央がセンター長の宮地利明教授）
左から、栗正治教授（統括部門）、須藤洋子教授（健康コンサルティング部門長）、真田茂教授（統括部門長）、大竹教授、宮地教授、北山敦子特任助教（健康コンサルティング部門）、松下進彦特任助教（健康モニタリング部門）。

目的に掲げ、地域の大学、自治体、医療機関などと連携しながら、健康を維持・増進するための科学的根拠に基づいた理論と方法（Evidence Based Wellness：EBW）を研究する新たな学問分野「健康増進科学」の確立を図る。

健康増進科学センターは、MRIなどの高度な先進機器を使用し、科学的に健康度を評価する方法の研究を行う「健康モニタリング部門」、健康増進行動を支援するコンサルティング法を開発・検証する「健康コンサルティング部門」、連携先との研究体制の支援や倫理・情報管理などを行う「統括部門」、同大学の人間社会、理工、医薬保健の3つの学域の知的財産の融合を図る「学際協力部門」で構成され、2010年2月時点で、専任の特任教員・研究員4名を含むスタッフで運営されている（特任教員は今後増員予定）。また、健康増進科学を地域に定着させるとともに、地域住民の健康をサポートすることを目的とした「よろず保健室」を開設。地域と連携を図りながら活動を行っている。

科学的な健康指標を研究するためAPERTO Eternaを導入

● APERTO Eternaの選定理由

健康モニタリング部門では、健康度が評価できる方法をまずMRIで研究し、次に、その評価方法がポータブルの超音波診断装置や体組成計、骨密度計など、より身近で簡易な測定機器に転換可能かどうかを検証するとともに、新たな健康指標の構築をめざしている（図2）。そのための中心的な役割を担う先進機器



がMRIである。ボランティアを対象とする研究には被ばくなどの侵襲がなく、安全に繰り返し行える検査機器が求められる。さらに、ほかにはない新しい情報が得られることも期待されるため、MRIは必須の装置と言える。宮地氏は、研究の目的を達成するために求められる装置の条件について、次のように述べた。

「MRIによって健康度を評価する際、ダイナミックな変化をとらえることも必要のため、姿勢を変えやすいオープン型の方が適しています。さらに、一般のボランティアを撮像するので、閉塞感のないオープン型で、騒音が少なく、より高い安全性を有する装置が求められます」

こうした条件を満たす装置として、永久磁石型のオープンMRIに候補が絞られた。さらに、高磁場装置と比較して遜色のない高画質な画像が得られ、研究用としても十分に対応可能であることが決め手となり、永久磁石型で最高磁場強度を有する、0.4Tの「APERTO Eterna」の採用が決定した。

● MRIによる研究内容

現在、同部門ではすでに、骨代謝・骨梁構造の評価、筋のパフォーマンスの評価、脂質・鉄の代謝の評価、脳の物性解析（頭蓋内圧やコンプライアンス）、血流解析など、さまざまなテーマの研究が始まっている（図3）。これらの研究目的のために独自のシーケンスや解析法を開発し、APERTO Eterna



マスコットキャラクターの「ケンゾーくん」
宮地利明 教授



図1 健康増進科学センターの組織図

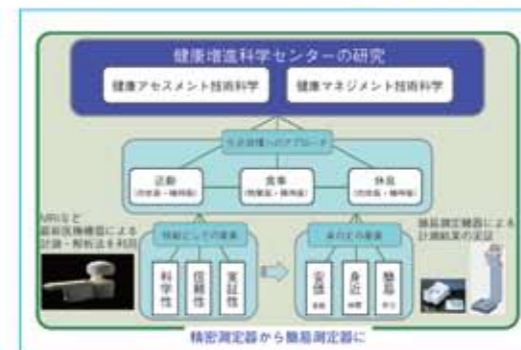


図2 健康増進科学センターの研究の全体像

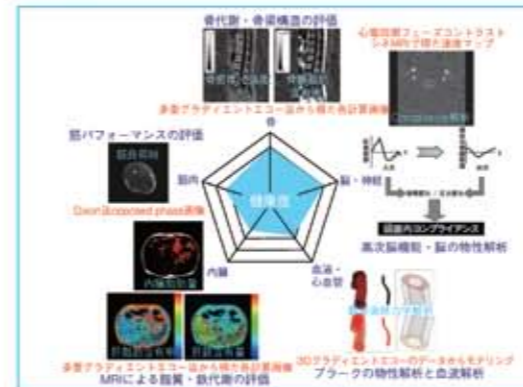


図3 健康モニタリング部門で行われている研究テーマ

に搭載した。例えば、脂肪含有率と評価には多重GRE法を、頭蓋内圧・コンプライアンスの解析には心電同期フェーズコントラスト法を使用している。

T1WI、T2WI、MRAなど基本的な撮像法はもちろん、拡散強調撮像（DWI）やADC map、血流測定など、高磁場装置で行っている主要な撮像法にはほとんど対応していることも、センターのMRIとしては重要なポイントである。このように、臨床用の汎用装置であるにもかかわらず、研究にも十分対応できるフレキシビリティを持つAPERTO Eternaの評価は高い。

宮地氏はまた、「問い合わせに対する対応も迅速で、技術的な要望にも開発陣が柔軟に対処してくれます」と、国内メーカーならではのきめ細かいサポート体制にも満足しているという。

研究テーマの中でも、頭蓋内コンプライアンスの測定は宮地氏が長年研究を続けてきたもので、特発性正常圧水頭症（手術で治る認知症）の診断能の向上に寄与することが認められている。そのための独自の撮

教育面での意義——最新のモダリティをそろえ、即戦力を育成する

一方、研究と並んで大学のもう1つの重要な使命である教育面においても、APERTO Eternaが導入された意義は大きい。同大学医薬保健学域保健学類は、専門性の高い教員と環境を備えた全国でも有数の教育施設として知られている。しかし、ことMRIに関しては、以前は附属病院や他院に向いて臨床実習および卒業研究や大学院生の研究を行っていた。そのため、APERTO Eternaの導入は、学生にとっても待ち望んだものだった。

「4月の新学期から、どんどん教育に取り入れていきたいと思っています。学部学生はMRIの実習に非常に興味を示しており、今から待ちきれないといった様子です。また私の研究室には30人近くの大学院生が在籍していますが、大学院生の研究にも活用したいと思っています」と宮地氏は話す。学部学生がポジショニングから撮像、画像観察までの一連の流れを実際の装置で学ぶことで、即戦力を養成できる意義は大きい。さらに、卒業研究や

大学院生の研究にも十分に役立つとしている。また、教育現場におけるMRIには、コストパフォーマンスが高いことやメンテナンスが容易であること、扱いやすいことなどが求められると、宮地氏は指摘する。その点、永久磁石型MRIは最適な装置と言える。

APERTO Eternaによる研究を多くの人の健康増進につなげる

時代の潮流としてMRIの高磁場化が進む中、「健康増進科学」という新たな学問分野を研究する装置としてAPERTO Eternaを選択した健康増進科学センター。研究テーマは大学内で募集もしており、今後もさまざまな研究を行っていく予定だ。

「診療所などにも広く普及している中低磁場のMRIで健康度を評価する新しい指標が構築できれば、多くの人の健康維持・増進に役立つことができます。そういう意味で、APERTO Eternaでなければ得られない成果を求めていくことが、われわれの役目だと思っています」と宮地氏は強調する。

さらに、自身がこれまで行ってきた研究をAPERTO Eternaでも検証し、中低磁場装置の可能性を追究していきたいと考えている。APERTO Eternaによる研究成果が、1日も早く国民の健康の維持・増進に役立てられることを期待したい。

（2010年2月8日取材）

金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター
〒920-0942 石川県金沢市小立野5-11-80
TEL/FAX 076-265-2541
ウェルプロ <http://www.well-pro.jp/>
※集合写真
手前左から、宮地教授、松下特任助教、奥左から、上田周平さん（放射線技術科学専攻4年）、櫻井亮介さん（同4年）、菅博人さん（大学院医学系研究科保健学専攻1年）。