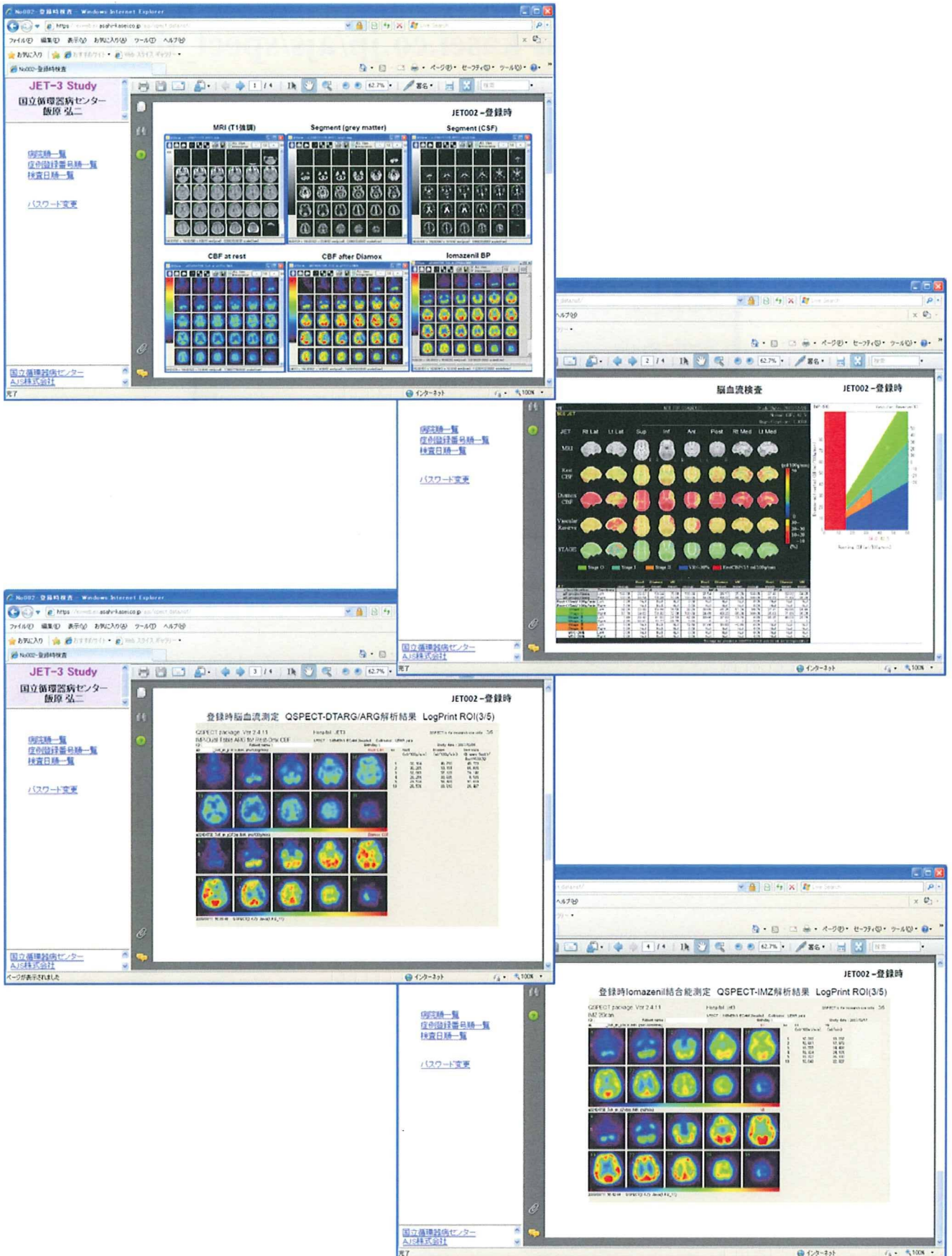


脳血流量画像およびイオマゼニル結合能画像、MRI 形態画像は、登録時の安静時脳血流量画像に位置合わせしています。MRI セグメンテーション画像を用いて脳灰白質体積を求める処理を行っていく予定です。

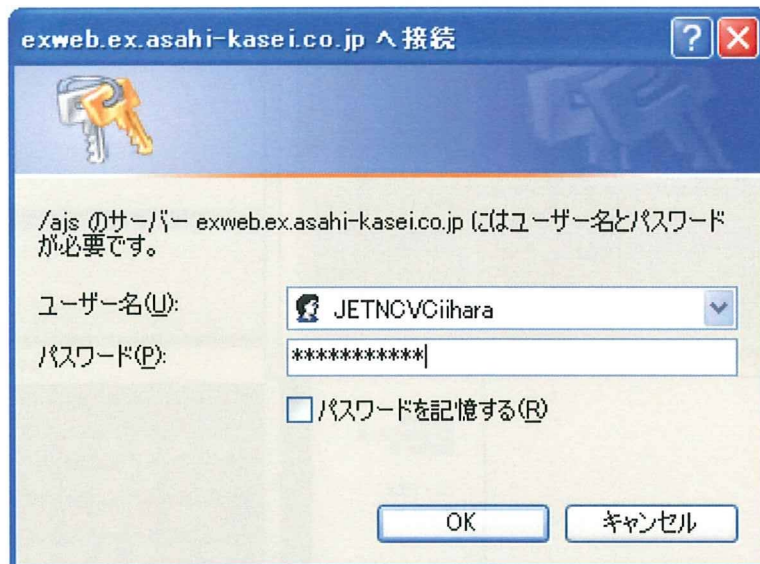


<アクセス方法>

①下記 URL を直接入力してください。

**https://exweb.ex.asahi-kasei.co.jp/ajs/spect\_data.nsf/**

②ログイン画面で、ユーザー名とパスワードを入力する。



exweb.ex.asahi-kasei.co.jp ^ 接続

/ajs のサーバー exweb.ex.asahi-kasei.co.jp (にはユーザー名とパスワードが必要です。)

ユーザー名(U): JETNOVCihara

パスワード(P): \*\*\*\*\*

パスワードを記憶する(R)

OK キャンセル

※ユーザーアカウントは、各施設一名とさせていただきます。  
詳細は別途ご連絡いたします。

飯原 弘二  
〒565-8565 大阪府吹田市藤白台 5-7-1  
国立循環器病センター 脳神経外科  
JET-3 study 事務局  
TEL:06-6833-5012  
FAX:06-6836-2876

以上

## 3D脳ファントム

本研究事業では、限りなくヒトの頭部を模倣するファントム(3D脳ファントム)を開発した。このファントムは、健常者の脳MRI画像をもとに、脳灰白質、骨構造、頭表形態、鼻腔構造、脳脊髄液領域を正確に模倣する樹脂構造体(ファントム)である。

X線CT画像においても、限りなくヒトの画像を模倣するものであったことから、各施設のSPECT装置・コリメータのクオリティ確認だけでなく、実用的な性能評価ファントムとして多施設検討に利用できると考えられる。

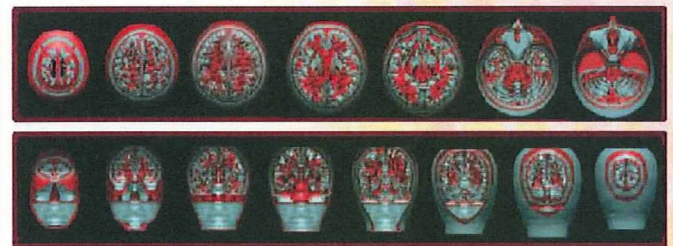
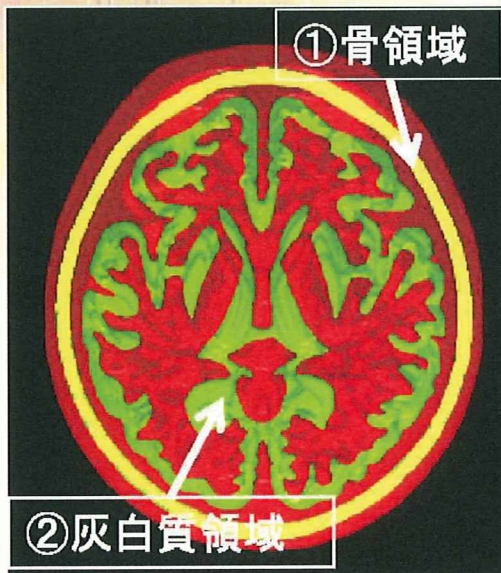
(資料 9)は、3D脳ファントムの説明資料である。

# 3D脳ファントム

## 3-Dimensional Brain Phantom



核医学検査では放射性薬剤を体内投与することにより、代謝や血流といった機能画像を得ることができます。しかし、画像再構成方法や装置の性能により得られる画像は同じではないと言われています。3D脳ファントムは標準化に貢献できると考えています。



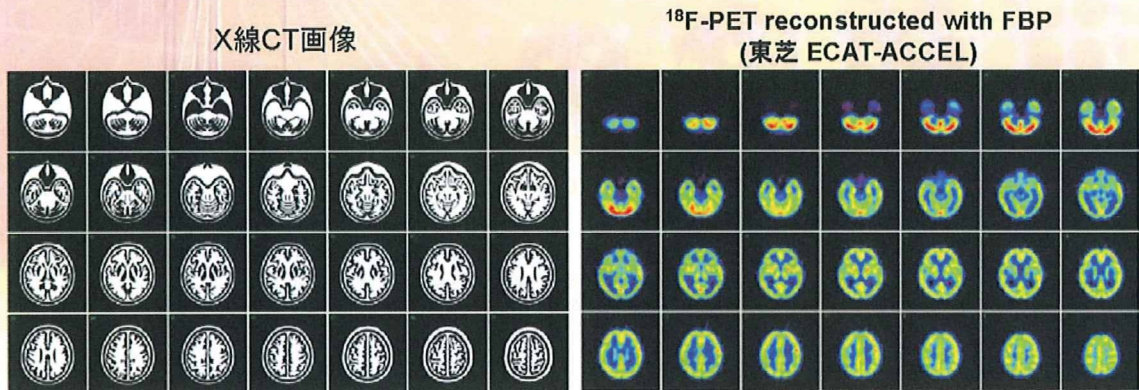
3D脳ファントムのCADデータを作成し、光造形技術を用いて精密に再現しています。

特願2009-096188

本ファントムは、国立循環器病センター研究所放射線医学部にて厚生労働科学研究費医療技術実用化総合研究事業に基づいて開発されたものです。

# 3D脳ファントムとは？

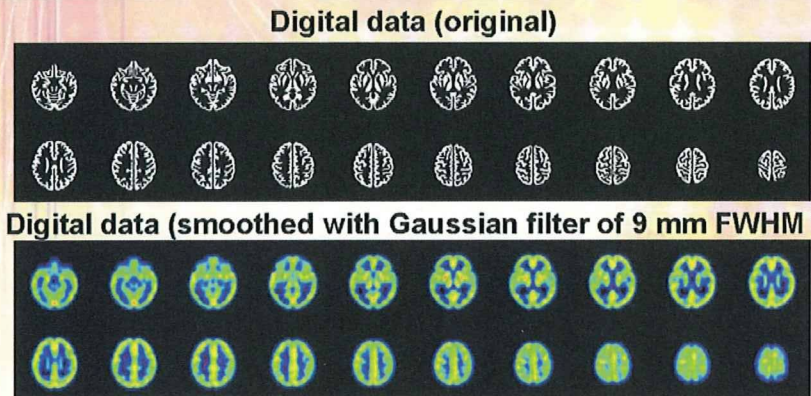
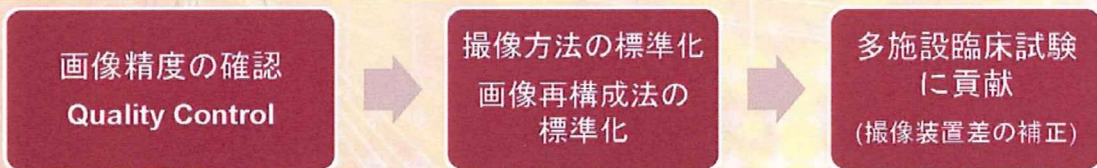
骨領域と脳灰白質領域に液体を封入できる3次元頭部人体模型です。



脳をかたどった模型に放射性薬剤と骨等価物質(無色透明の溶液)を封入し、SPECTやPET装置で撮像することで上図のような画像が得られます。

協力: 国立循環器病センター研究所 放射線医学部 国立循環器病センター 放射線診療部

# 3D脳ファントムへの期待



INNOVATION

お問い合わせ先  
株式会社モレキュラーイメージングラボ  
本社(大阪)/06-4950-6648

# 付録

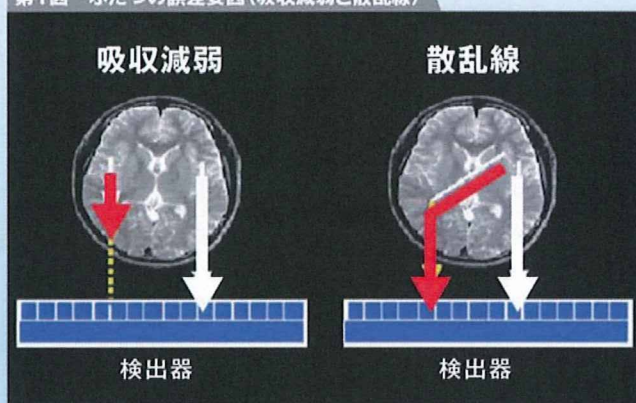
第49回日本核医学会展示ブースポスター資料  
「SPECT画像再構成・画像処理の標準化とその  
評価に関する研究」

## SPECTの問題点と課題

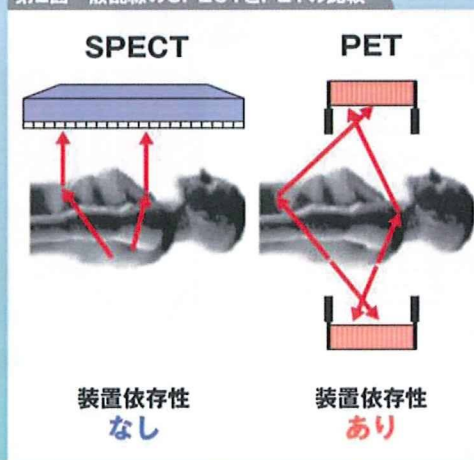
SPECT検査の定量性の向上および標準化は、日常臨床のみならず、SPECT検査を用いた他施設共同大規模臨床試験を施行する上でも重要な課題です。一方、SPECT装置の機種や施設を超えた再現性の確保は比較的容易であること、また十分に可能であることが私たちの見解です。

従来から、SPECTの定量精度には限界があるとされてきました。これは、ふたつの重要な誤差要因（吸収減弱と散乱線、第1図）の補正法が未熟であり、またクオリティコントロールの標準化がなされていなかったことが理由だと考えられます。一方、吸収減弱や散乱線は撮像装置には全く依存しないのがSPECTの特徴です（第2図）。言い換えると、装置を超えた標準化が可能です。実際に、第3図に示すとおり、線源の散乱線広がり関数（LSF）は二つの装置・コリメータで全く同一です。

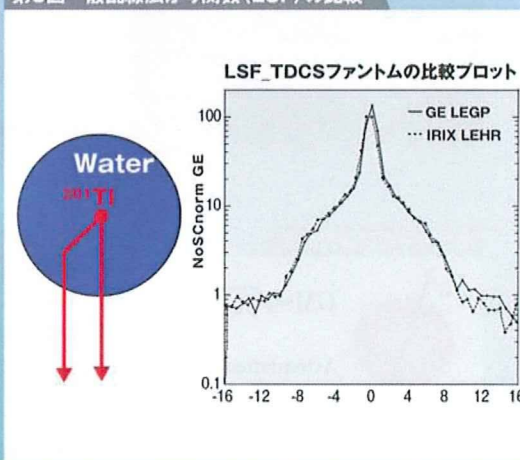
第1図 ふたつの誤差要因（吸収減弱と散乱線）



第2図 散乱線のSPECTとPETの比較



第3図 散乱線広がり関数（LSF）の比較



# QSPECT画像再構成

正確な吸収減弱補正と散乱線補正を組み込んだ画像再構成と、複数の機能画像計算を一体化させたパッケージが開発されました。局所脳血流量や薬剤負荷による反応性画像などが計算できます。多くの検証に基づく、信頼性の高いプログラムです。

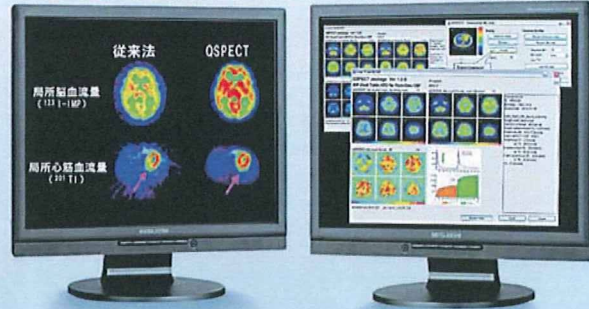
## QSPECTプログラム

正確な吸収減弱補正と散乱線補正が行われ、均一な空間解像度にて真の分布に比例した分布画像を提示します。得られた画像数値はBq/mLの単位を有しており収集時間やコリメータの選択、ビュー数などに依存しません。頭部においては輪郭抽出法により吸収減弱分布を推定します。

### QSPECT Dual Table ARG法version

**OSEM法**

正確な  
吸収減弱補正



**TDCS散乱線補正法**  
Scatter Estimation by Use of Transmission

正確な  
散乱線補正

**再構成画像の定量化 (Bq/mL単位)**

**輪郭抽出によるTCTプロジェクション**

エミッションプロジェクションより輪郭抽出し、TCT減弱マップを作成し、さらにTCTプロジェクションが計算される

**幾何学平均画像再構成**

$GM = \sqrt{p_a \times p_b}$

Attenuation factor  
 $e^{-\mu \cdot p_a} \times e^{-\mu \cdot p_b}$   
 $= e^{-\mu \cdot (p_a + p_b)}$



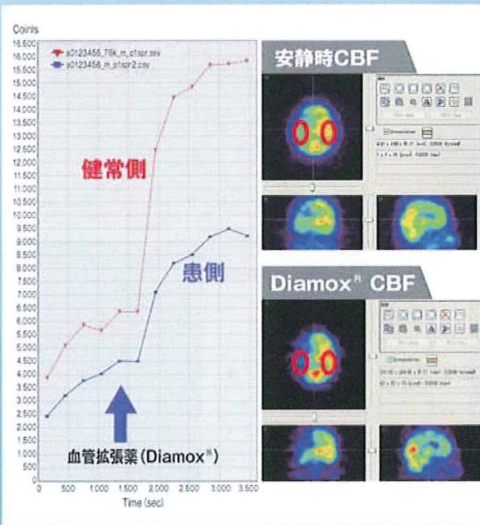
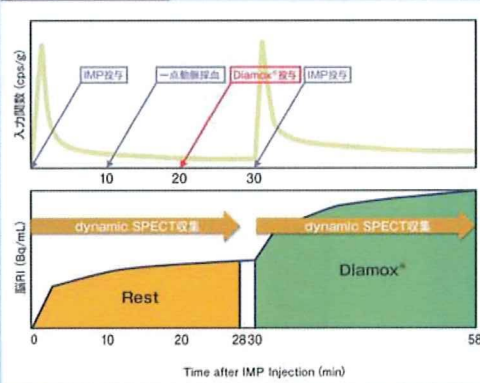
# QSPECT Dual Table ARG法

Dual Table ARG法では、 $^{123}\text{I}$ -IMP (以下、IMP) を使い同日1日の検査で安静時およびDiamox<sup>®</sup> 負荷時の局所脳血流量画像および血管反応性の評価を行うことができます。1回目投与後の脳内残留放射能の影響も理論に組み込むことで、ノイズ抑制されます。24~28分のCalibデータを用いることで従来と同じ精度で定量検査が可能です。

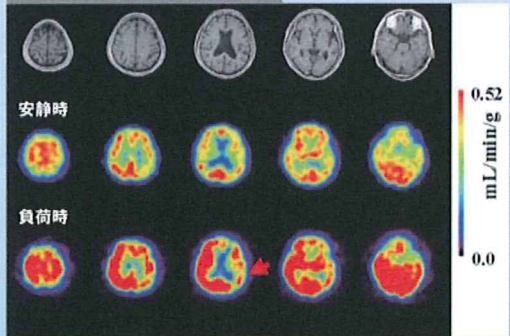
## Dual Table ARG法による安静時・Diamox<sup>®</sup> 負荷時の脳血流量画像の検査

一回の撮像中に $^{123}\text{I}$ 標識アンフェタミン (IMP) を2度投与し、その時の脳内放射能濃度分布画像にコンパートメントモデルを適用することで、安静時とDiamox<sup>®</sup> 負荷時の局所脳血流量画像を計算することができます。

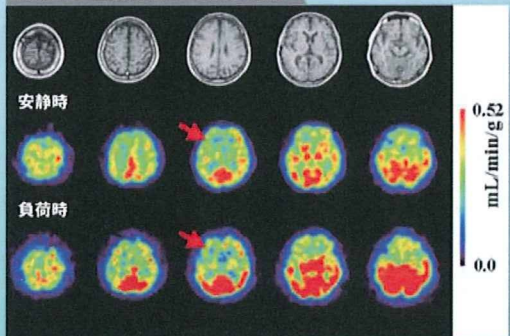
### 検査プロトコル



### 軽度血管狭窄を予測した例



### 高リスク血管狭窄を予測した例

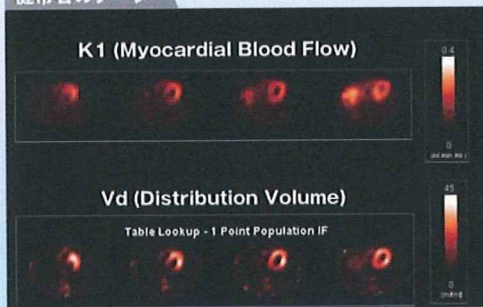


# QSPECTの心筋領域への応用

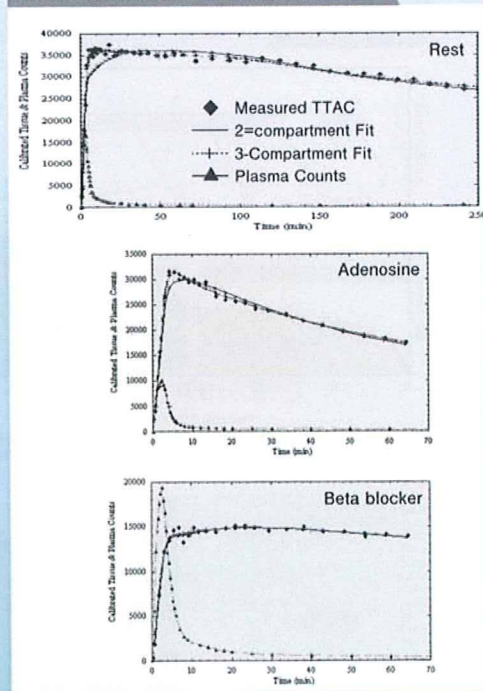
×線CT画像などから得られる吸収減弱マップを利用することで、心筋領域の定量画像計算が可能になります。さらに体内動態を数値モデル解析することで種々の生理・生化学的機能の定量評価が可能になると考えられます。TI-201の心筋動態のモデル解析によって、安静時および血管拡張時の組織血流量の定量評価が可能になりました。この正当性はイヌや家畜ブタを使って確認がなされています。近年普及しつつあるCT/SPECT一体型装置において有用であると考えられます。

## QSPECTを用いた心筋<sup>201</sup>Tl SPECTの定量化

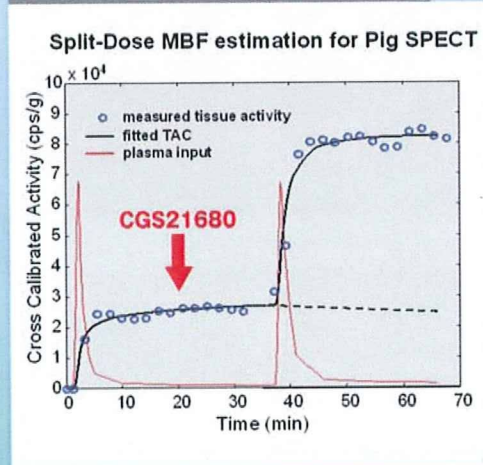
健常者のデータ



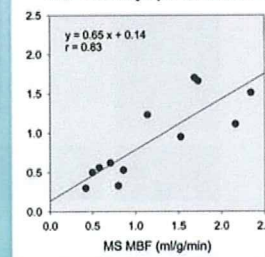
コンパートメントモデル解析の妥当性評価



家畜ブタをもちいた血管反応性—正当性評価



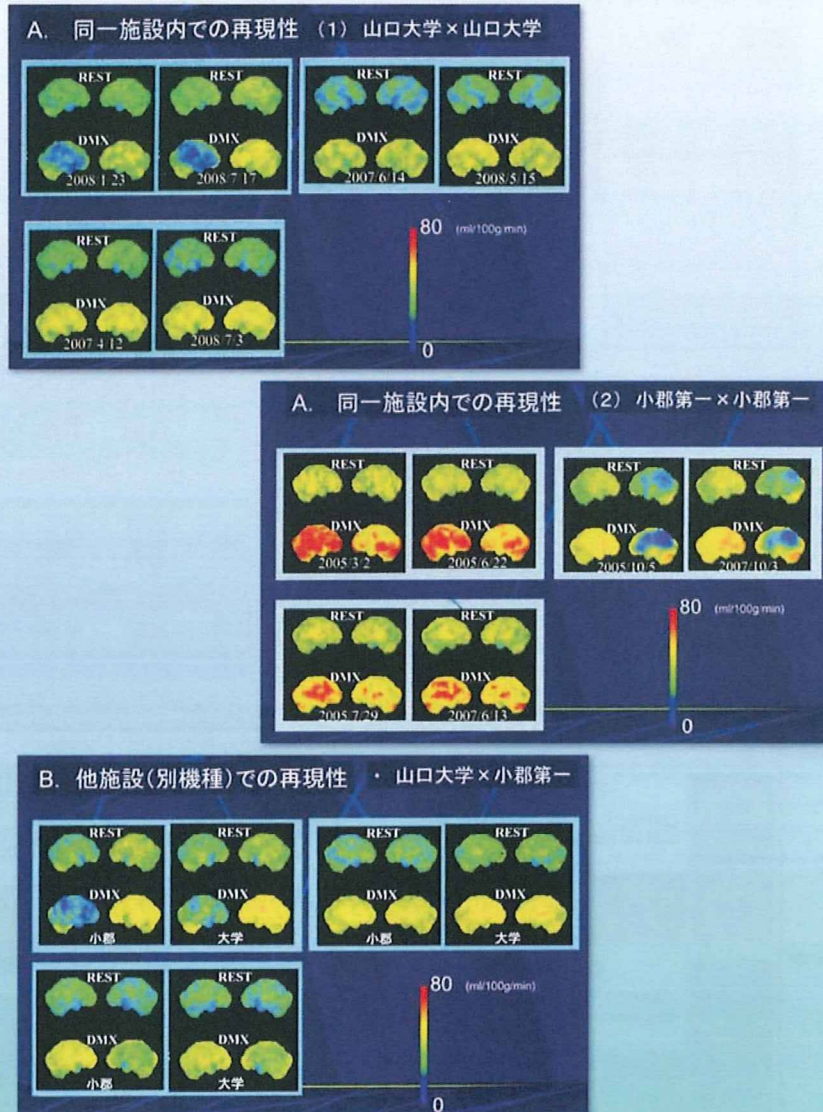
MBF values by Split-Dose SPECT



## 多施設研究によるQSPECT Dual Table ARG法の 妥当性評価

検査手技を標準化することで、QSPECT/Dual Table ARG法検査により得られた同一患者の安静時およびDiamox®投与後の局所脳血流量が、同一施設内および他施設においてよく再現性することが確認されました。

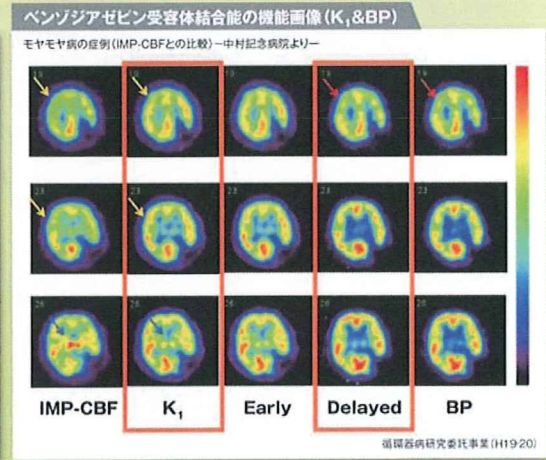
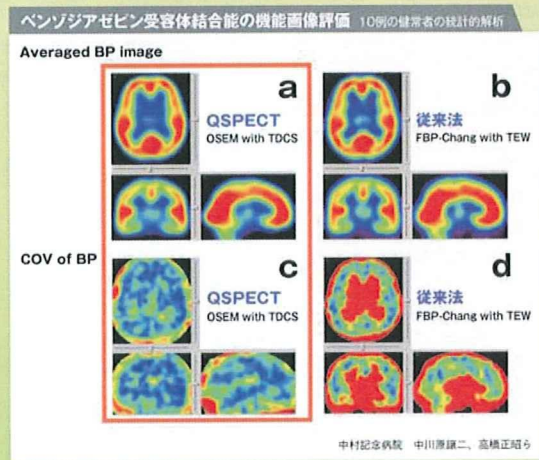
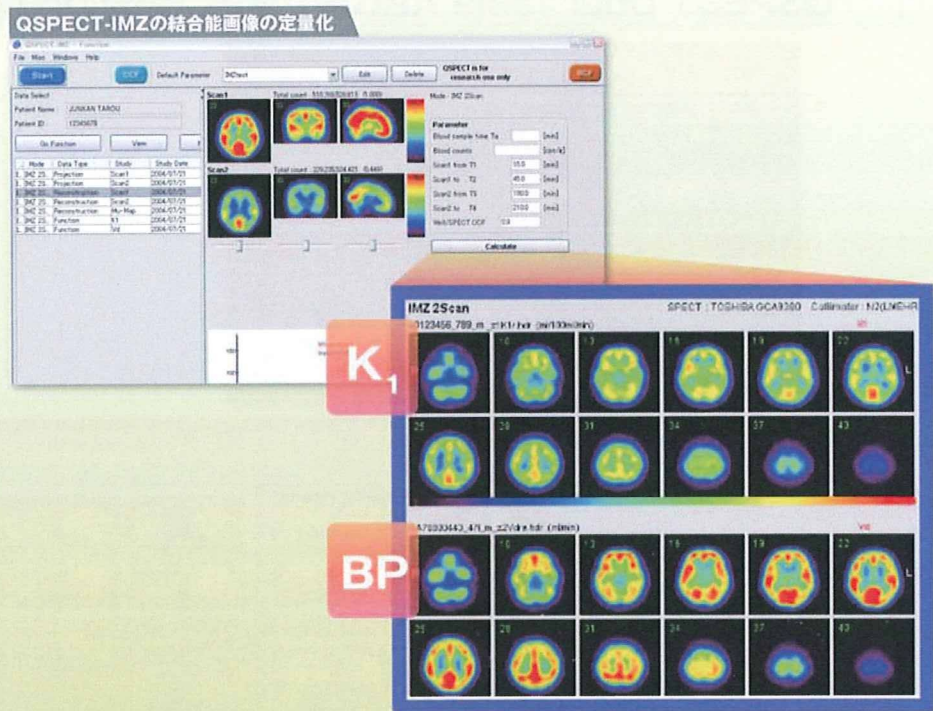
### QSPECT Dual Table ARG法で得たCBF値の再現性



※「第24回Brain Function Imaging Conference記録集」より抜粋

# QSPECTに基づくI-123 iomazenilの 体内動態解析と結合能の定量評価

iomazenil (IMZ) の結合能と血管透過速度定数 ( $K_1$ ) の定量画像化が可能です。脳神経細胞の残存イメージング評価により、脳血管障害の新しい病態診断法としての意義が期待されています。従来の画像再構成法と比べて画像ノイズが少ないことが利点とされています。今後さらに、より詳細な検討が期待されます。



## 脳萎縮（部分容積効果）の補正戦略

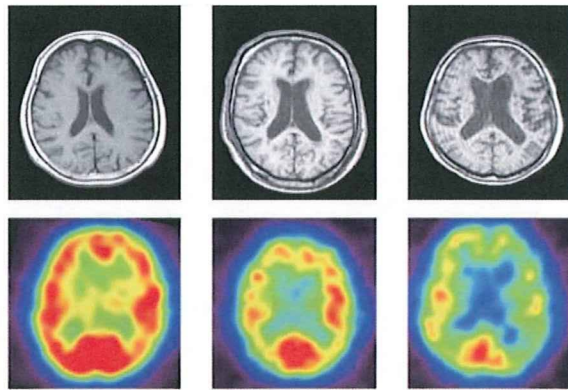
脳萎縮（部分容積効果）の影響は臨床核医学検査、特に空間解像度の低いSPECTでは重要な誤差要因であり、その補正法の確立が望まれてきました。近年MRI画像を自動的にセグメント化し、部分容積効果を補正する方法が提案されています。当該研究はランダムサンプリングの理論に基づき、脳実質や脳灰白質の体積計測をバイアスを持たずに行い、自動化処理法の妥当性を検証しています。図の三つの式が表すように脳実質、灰白質、白質などの体積が計測され、補正の妥当性を評価しています。

$$gCBF_{brain} / V_{brain}$$

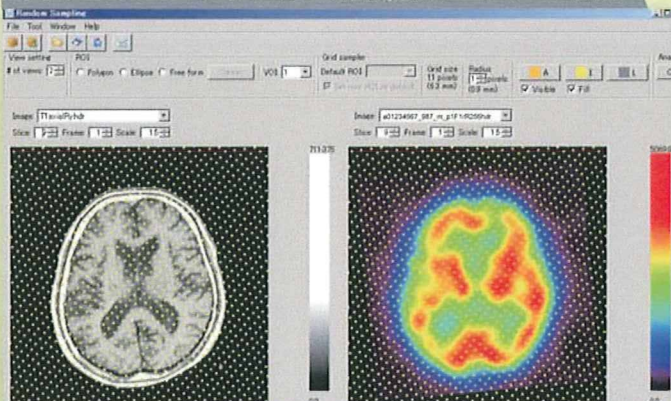
$$gCBF_{grey} / V_{grey}$$

$$(gCBF_{brain} - rCBF_{white} \times V_{white}) / V_{grey}$$

脳萎縮の脳血流量値に与える影響



ランダムサンプリングに基づく体積計測プログラムの開発



ランダムサンプリングによる  
体積計測の特徴

バイアスがない計測

ヒトの目(判断)が  
介在する

最小の作業手順

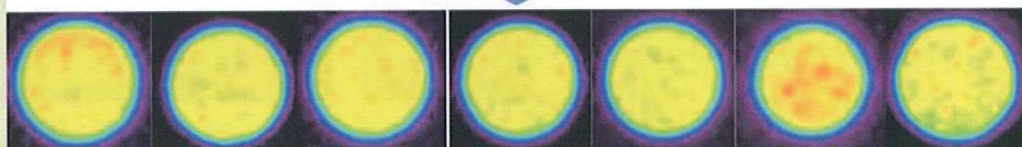
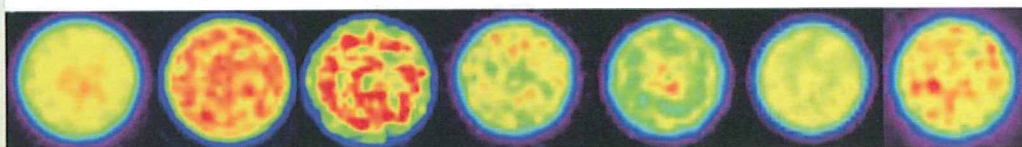
※研究協力施設データより

## クオリティコントロールの重要性

SPECT検査において日常のクオリティコントロール (QC)は大切です。QSPECT画像再構成法によって装置を超えた客観的な比較が可能になりました。すでに多くの施設の画像クオリティの改善に貢献したと考えています。

### QSPECTプロジェクトによるクオリティコントロールの改善(例)

#### クオリティコントロール前の一様ファントム画像



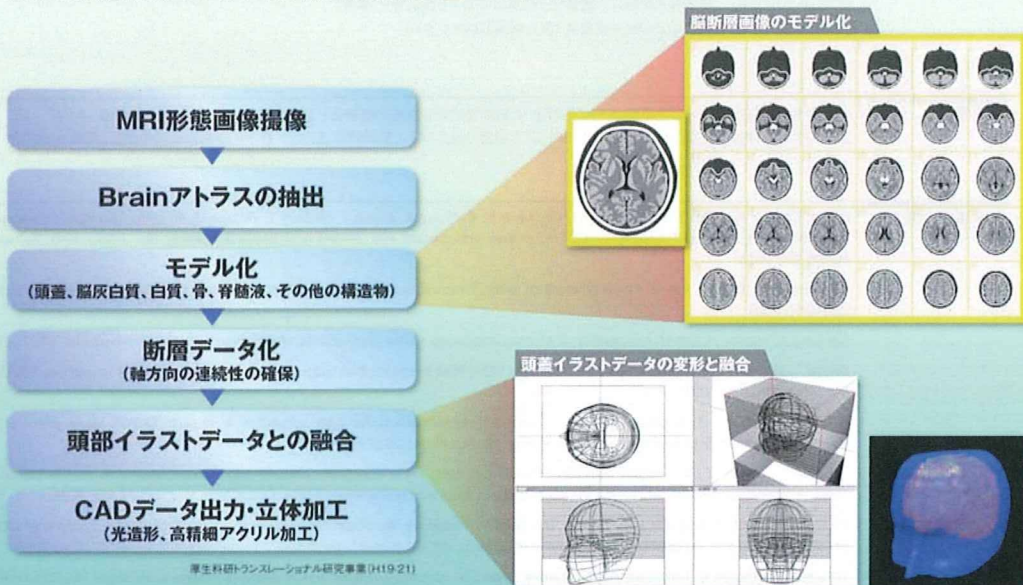
#### クオリティコントロール後の一様ファントム画像

## 研究内容

- 目標**
- 既存のSPECT装置を用いた診断精度の向上と施設や精度を超えた標準化
  - 再生医療や新規治療薬・治療法の臨床評価指標としてのSPECTの位置付けを確立
  - SPECTを使った大規模臨床試験を実施するための基盤構築
- 課題**
- 定量的画像再構成の妥当性評価
  - 血行力学的脳虚血のグレーディング診断法の標準化
  - 高次脳機能評価にもとづく画像診断の意義評価
  - 脳神経残存イメージング法の定量化と標準化
  - 脳血管反応性とリスク因子
  - 正常値の算出と施設間誤差の検証
  - 血管病変治療薬の評価法としての血管反応性の意義
  - クオリティコントロール指標の構築と標準化の技術基盤
  - 従来画像再構成法との比較
  - 心筋領域でのCT画像の利用、定量法の確立と臨床評価
  - 3次元リアリスティック頭部ファントムの制作

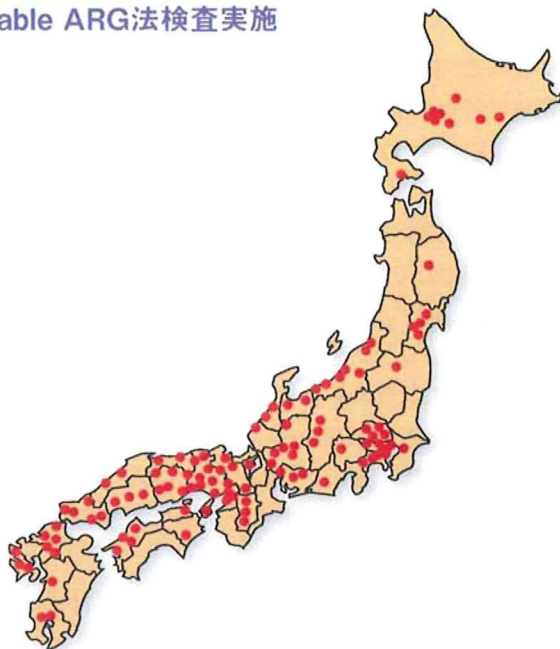
## 標準化3次元頭蓋・脳ファントムの作成

SPECT画像が施設や装置を超えた再現性を有することを確認するために、頭蓋骨や脳灰白質領域を含む頭部立体構造のデジタルファントム、物理ファントムを開発しています。高精細アクリル樹脂加工、および光造形加工などの最先端工作技術に基づいています。



## QSPECT Dual Table ARG法検査実施 計109施設

2009.Sep



### 活動の記録

- 2006年 8月31日 日本核医学会ワーキンググループ「SPECT画像再構成・画像処理の標準化とその評価に関する研究」発足
- 2006年11月 9日 第一回ミーティング
- 2006年11月 9日 講演会「SPECTの定量化と標準化に関する講演会」(鹿児島)
- 2007年 4月 1日 厚生労働省循環器病研究委託事業「SPECTを用いた脳血管病変診断法の標準化と臨床的評価に関する研究」発足
- 2007年 4月 1日 厚生労働省医療技術実用化総合研究事業  
「SPECTを検査の精度向上と施設間誤差のない標準的画像診断法の確立」発足
- 2008年12月 1日 第1回QSPECT研修会(国立循環器病センター)
- 2007年11月 5日 講演会「SPECTの定量化と標準化に関する講演会」(仙台)
- 2008年 5月17日 第2回QSPECT研修会(国立循環器病センター)
- 2008年10月24日 講演会「SPECTの定量化と標準化に関する講演会」(幕張)
- 2008年 8月22日 第3回QSPECT研修会(国立循環器病センター)

### 研究事業

- 厚生労働省循環器病研究委託事業「SPECTを用いた脳血管病変診断法の標準化と臨床的評価に関する研究」平成19-21年
- 厚生労働省医療技術実用化総合研究事業「SPECTを検査の精度向上と施設間誤差のない標準的画像診断法の確立」平成19-21年

### 成果論文リスト

- Iida H, Eberl S, Kim KM, Tamura Y, Ono Y, Nakazawa M, Sohlberg A, Zeniya T, Hayashi T, Watabe H. Absolute quantitation of myocardial blood flow with 201TI and dynamic SPECT in canine: optimisation and validation of kinetic modelling. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 35:896-905, 2008
- Sohlberg A, Watabe H, Iida H. Three-dimensional SPECT reconstruction with transmission-dependent scatter correction. *Ann Nucl Med*. 22:549-56, 2008
- Sohlberg A, Watabe H, Iida H. Acceleration of Monte Carlo-based scatter compensation for cardiac SPECT. *Phys Med Biol*. 53:277-85, 2008
- Zeniya T, Watabe H, Sohlberg A, Iida H. Accelerated 3D-OSEM image reconstruction using a Beowulf PC cluster for pinhole SPECT. *Ann Nucl Med*. 21:537-43, 2007
- Sohlberg A, Watabe H, Shidahara M, Iida H. Body-contour versus circular orbit acquisition in cardiac SPECT: Assessment of defect detectability with channelized Hotelling observer. *Nucl Med Commun*. 28:937-42, 2007.
- Fujimura M, Kaneta T, Tominaga T. Efficacy of superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis with routine postoperative cerebral blood flow measurement during the acute stage in childhood moyamoya disease. *Childs Nerv Syst*. 24:827-832, 2008.
- Fujimura M, Kaneta T, Mugikura S, Shimizu H, Tominaga T. Temporary neurologic deterioration due to cerebral hyperperfusion after superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis in patients with adult-onset moyamoya disease. *Surg Neurol*. 67:273-282, 2007
- Takaya S, Hashikawa K, Turkheimer FE, Mottram N, Deprez M, Ishizu K, Kawashima H, Akiyama H, Fukuyama H, Banati RB, Roncaroli F. The lack of expression of the peripheral benzodiazepine receptor characterises microglial response in anaplastic astrocytomas. *J Neurooncol*. 85:95-103, 2007



## II. 研究成果の刊行に関する 一覧表

## 書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
中川原譲二	周術期管理	寺本明、他	NS NOW 6 脳虚血の外科 その最新知見	メジカルビュー社	東京	2009	10-20
森脇博	脳血管障害：卒中後てんかん	友池仁暢	最新 循環器診療マニュアル	中山書店	東京	2009	557-560: 分担執筆
中島孝、監修		難病と在宅ケア編集部	ALSマニュアル決定版	日本プランニングセンター	千葉	2009	1-391
石田良雄、木曾啓祐	4心疾患の分子イメージング1) 心筋エネルギー代謝	佐治英郎 田畑泰彦	遺伝子医学 MOOK9 「ますます広がる分子イメージング技術」 生物医学研究から創薬、先端医療までを支える分子イメージング技術・DDSとの技術融合	株式会社メディカルドゥ	大阪	2008年	p. 225-231
森脇博 馬場耕造	各疾患時の栄養療法：精神・脳神経疾患	渡辺明治、 福井富穂	脳血管障害今日の病態 栄養療法 改訂第2版	南江堂		2008	387-391 分担執筆
中川原譲二	脳血流測定 2 SPECT, PET	田中耕太郎 高嶋修太郎	必携 脳卒中ハンドブック	診断と治療社	東京	2008	44-50
中川原譲二	定量画像解析法 (ARG, DTARG, QSPECT)	中川原譲二 佐々木真理	見て診て学ぶ脳卒中の画像診断	永井書店	大阪	2008	115-123
中川原譲二、田村晃	脳代謝、脳血流と脳虚血	太田富雄 松谷雅生	脳神経外科学 改訂10版	金芳堂	京都	2008	389-432

## 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
飯田秀博, 銭谷勉, 越野一博, 平野祥之.	核医学的測定法の進歩	分子脳血管病	9	44-50	2010
Koshino K, Watabe H, Hasegawa S, Hayashi T, Hatazawa J, Iida H.	Development of motion correction technique for cardiac <sup>15</sup> O-water PET study using an optical motion tracking system	<i>Ann Nucl Med</i>	24	1-11	2010
Ikoma Y, Watabe H, Hayashi T, Miyake Y, Teramoto N, Minato K, Iida H.	Measurement of Density and Affinity for Dopamine D <sub>2</sub> Receptors by a Single PET Scan with Multiple Injections of [ <sup>11</sup> C]raclopride	<i>J Cereb Blood Flow Metab</i>	30	663-673	2010

Temma T, <u>Iida H</u> , <u>Hayashi T</u> , Teramoto N, Ohta Y, Kudomi N, <u>Watabe H</u> , Saji H, Magata Y.	Quantification of Regional Myocardial Oxygen Metabolism in Normal Pigs using Positron Emission Tomography with Injectable <sup>15</sup> O-O <sub>2</sub>	<i>Eur J Nucl Med Mol Imaging</i>	37	377-385	2010
松田博史	脳画像検査の方法、脳の統計画像	神経内科	72(Suppl.6)	126-131	2010
Harada K, <u>Miyamoto Y</u> , Morisaki H, Ohta N, Yamanaka I, Kokubo Y, Makino H, <u>Harada-Shiba M</u> , <u>Okayama A</u> , Tomoike H, Okamura T, Saito Y, Yoshimasa Y, Morisaki T.	A novel Thr56Met mutation of the autosomal recessive hypercholesterolemia gene associated with hypercholesterolemia.	<i>J Atheroscler Thromb</i>	17	131-140	2010
Nishi H, Sawamoto N, Namiki C, Yoshida H, Duy Thuy DH, Ishizu K, <u>Hashikawa K</u> , Fukuyama H.	Correlation between Cognitive Deficits and Glucose Hypometabolism in Mild Cognitive Impairment	<i>J Neuroimaging</i>	20	29-36	2010
Iseki K, Hanakawa T, <u>Hashikawa K</u> , Tomimoto H, Nankaku M, Yamauchi H, Hallett M, Fukuyama H.	Gait disturbance associated with white matter changes: A gait analysis and blood flow study	<i>NeuroImage</i>	49	1659-1666	2010
Asada A, Takaya S, Takayama Y, Yamauchi H, <u>Hashikawa K</u> , Fukuyama H.	Reversible Alcohol-related Dementia: A Five-year Follow- up Study Using FDG-PET and Neuropsychological Tests	<i>Internal Medicine</i>	49	283-287	2010
崎本智則, 銭谷勉, 石 田健二, <u>渡部浩司</u> , 平 野祥之, Antti Sohlberg, 湊小太郎, 飯田秀博.	頭部SPECTにおけるコリメータ 開口補正およびモンテカルロ法 に基づく散乱線補正を用いた画 像再構成法の定量精度評価	日本医用画像工学会 誌 <i>Med Imag Tech</i>	28	135-144	2010
崎本智則, 銭谷勉, <u>渡 部浩司</u> , Antti Sohlberg, 石田健二, 平野祥之, 湊小太郎, 飯田秀博	コリメータ開口補正およびモン テカルロ法に基づく散乱線補正 を用いたSPECT画像再構成の定 量精度評価	電子情報通信学会技 術報告	109	13-18	2010
Kudomi N, Jarvisalo MJ, Kiss J, Borra R, Viljanen A, Viljanen T, Savunen T, Knuuti J, <u>Iida H</u> , Nuutila P, Iozzo P.	Non-invasive estimation of hepatic glucose uptake from [ <sup>18</sup> F]FDG PET images using tissue-derived input functions	<i>Eur J Nucl Med Mol Imaging</i>	36	2014-2026	2009

de Jong HW, Lubberink M, <u>Watabe H</u> , <u>Iida H</u> , Lammertsma AA.	A method to measure PET scatter fractions for daily quality control	<i>Med Phys</i>	36	4609-15	2009
Huang Q, <u>Zeniya T</u> , Kudo H, <u>Iida H</u> , Gullberg G.	Interior SPECT reconstruction problem with tiny a priori knowledge -An application for high resolution pinhole brain imaging	<i>Proceedings of 10th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine</i>	-	358-361	2009
越野一博, 平野祥之, 寺本昇, <u>渡部浩司</u> , <u>飯田秀博</u> .	PET装置ならびに関連技術の進歩	<i>PET journal</i>	5	21-23	2009
<u>Zeniya T</u> , Hirano Y, Sakimoto T, Ishida K, <u>Watabe H</u> , Teramoto N, Kudo H, Minato K, <u>Hatazawa J</u> , <u>Iida H</u> .	Conceptual design of high resolution and quantitative SPECT system for imaging a selected small ROI of human brain	<i>2009 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record</i>	-	3484-3486	2009
<u>飯田秀博</u> , 中川原讓二, 松田博史, 中島孝, 石田良雄, 宮本享, 錢谷勉, 黒川徹, 赤松哲哉, 山田章吾, 丸野廣大, 畑澤順, 福島和人, 橋川一雄, 鈴木倫保, 中澤真弓, 石田健二.	SPECT画像構成・画像処理の標準化とその評価に関する研究	核医学	46	109-111	2009
Yamanami M, Yamamoto A, <u>Iida H</u> , Watanabe T, Kanda K, Yaku H, Nakayama Y.	3-Tesla magnetic resonance angiographic assessment of a tissue-engineered small-caliber vascular graft implanted in a rat	<i>J Biomed Mater Res B Appl Biomater</i>	92B	156-160	2009
Iihara K, Okawa M, Hishikawa T, Yamada N, <u>Fukushima K</u> , <u>Iida H</u> , Miyamoto S.	Slowly progressive neuronal death associated with postischemic hyperperfusion in cortical laminar necrosis after high flow bypass for carotid intracavernous aneurysm	<i>J Neurosurg</i>	In press	In press	2009
Kudomi N, Koivuviita N, Liukko KE, Oikonen VJ, Tolvanen T, <u>Iida H</u> , Tertti R, Metsarinne K, Iozzo P, Nuutila P.	Parametric renal blood flow imaging using [ <sup>15</sup> O]H <sub>2</sub> O and PET	<i>Eur J Nucl Med Mol Imaging</i>	36	683-691	2009