

大



事 務 連 絡  
平成19年12月25日

各都道府県衛生主幹部（局） 御中

厚生労働省医薬食品局審査管理課

「マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス（案）」  
に対する意見募集について

日頃より薬務行政に対し格別のご理解、ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。  
さて、今般、別添のとおり「マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス（案）」について、平成19年12月28日（金）から平成20年2月8日（金）までの間、厚生労働省ホームページにて、ご意見の募集を行うことと致しましたのでお知らせします。

なお、本件については、日本製薬工業協会ほか関係団体に対し、別途連絡していることを申し添えます。

(別添)

「マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス(案)」  
に関する意見の募集について

平成19年12月25日  
厚生労働省医薬食品局  
審査管理課

マイクロドーズ臨床試験については、総合科学技術会議報告書「科学技術の振興及び成果の社会への還元に向けた制度改革について(平成18年12月)」や厚生労働大臣の検討会報告書「有効で安全な医薬品を迅速に提供するための検討会報告書(平成19年7月)」において、その指針を早急に検討・公表すべき旨の指摘があったところです。

その指針については、厚生労働科学研究「我が国における探索的臨床試験等のあり方に関する研究(主任研究者:大野泰雄・国立医薬品食品衛生研究所副所長)」において検討がすすめられ、今般、同研究班より別添のとおり「マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス(案)」について報告があったところ、下記の要領にて広くご意見・ご提案を募集いたします。

なお、提出していただいたご意見に対する個別の回答はいたしかねますので、その旨ご了承願います。

記

1. 募集期間

平成19年12月28日(金)～平成20年2月8日(金)  
(郵送の場合は同日必着)

2. 提出方法

ご意見等は理由を付して、以下に掲げるいずれかの方法で提出してください。  
なお、提出していただくご意見等には必ず「マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス(案)について」と明記して提出してください。

○ 電子メールの場合

電子メールアドレス: microdose@mhlw.go.jp

厚生労働省医薬食品局審査管理課宛  
(ファイル形式はテキスト形式でお願いします)

○ ファクシミリの場合

ファクシミリ番号：03-3597-9535

厚生労働省医薬食品局審査管理課 宛

○ 郵送の場合

〒100-8916 東京都千代田区霞が関1-2-2

厚生労働省医薬食品局審査管理課 宛

【意見提出用紙】

＜マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス(案)について＞

[宛先] 厚生労働省医薬食品局審査管理課 宛

[氏名]

[企業名、団体名及び部署名]

[〒・住所]

[電話番号]

[意見]

- ・ 該当箇所
- ・ 意見内容
- ・ 理由

3. 留意事項

ご提出いただくご意見等につきましては、日本語に限ります。

また、個人の方は住所・氏名・職業を、法人の場合は法人名及び所在地を記載して下さい。ご提出いただきましたご意見については、名前・住所・電話番号・ファクシミリ番号及び電子メールを除き、公開される可能性があることを、予めご承知置きください。

ご意見中に個人に関する情報であって、特定の個人が識別しうる記述がある場合又は法人等の財産権等を害するおそれがあると判断される場合には、公表の際に当該箇所を伏せさせていただく場合もあります。

## マイクロドーズ臨床試験の実施に関するガイダンス (案)

## 1. 基本的考え方

治験については薬事法（昭和35年法律第145号）第2条第15項にその定義が定められており、「薬事法第14条第3項の規定により承認申請に際して提出すべき資料のうち、臨床試験の試験成績に関する資料の収集を目的とする試験の実施のこと」とされている。マイクロドーズ臨床試験については、将来的な医薬品の承認申請時に当該試験結果を提出する必要があることから、薬事法に基づく治験として「医薬品の臨床試験の実施の基準に関する省令（平成9年3月厚生省令第28号、以下「GCP省令」という。）」その他の関係法令を遵守する必要がある。本ガイダンスは、これら関係法令を遵守することを前提に、マイクロドーズ臨床試験実施に際しての留意事項その他の基本的考え方についてとりまとめたものである。なお、本文書に挙げた各事項は、現時点における科学的知見に基づいて検討されたものであり、今後の科学技術の進歩等に応じて改訂されることに留意する必要がある。

## (1) 定義及び適用範囲

マイクロドーズ臨床試験とは、通常、 $100\mu\text{g}$ 以下かつヒトにおいて薬理作用を発現すると推定される投与量（以下「薬効発現量」という。）の1/100を超えない極めて低用量の被験物質を健常人に単回投与することにより行われる臨床試験をいう（注1.1）。

本ガイダンスは、主として低分子化合物を適用範囲としている。なお、生物由来製品又は体内で如何なる受容体が関与するか十分な知見が得られていないものなど従来の医薬品とは全く異なる作用機序による薬理作用を期待した低分子化合物を投与する場合については、個別にその安全性等についての考察が必要であり、本ガイダンスをそのまま適用することはできない。

注1.1: 日米EU医薬品規制調和国際会議(ICH: International Conference on Harmonisation of the Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use)においては、平成18年度より「The ICH Guideline on Non-clinical Safety Studies for the Conduct of Human Clinical Trials for Pharmaceuticals (医薬品の臨床試験のための非臨床試験の実施時期についてのガイドライン)」の改訂作業の中でマイクロドーズ臨床試験に関する検討を行っている。その検討に当たっては、被験物質を反復投与してPositron Emission Tomography (PET)により測定するなどの手法についても俎上にのぼっており、今後、ICHにおいてガイドラインが

合意された場合、それに合わせて本ガイダンスの改訂を検討する予定である。

## (2) 目的

マイクロドーズ臨床試験実施の目的は、被験物質のヒトにおける薬物動態に関する情報を医薬品の臨床開発の初期段階に得ることである。具体的には、被験物質の吸収や血中動態特性を明らかにすること、ヒトに特異的な代謝物を発見すること、分子イメージング技術を用いて被験物質の体内における局在及び受容体占有率に関する情報を得ること等である。

## (3) 測定方法

マイクロドーズ臨床試験における主な被験物質測定法としては、以下の方法がある。

- ①  $^{14}\text{C}$  等の放射性同位元素を標識した被験物質(以下「放射性標識体」という。)を被験者に投与し、Accelerator Mass Spectrometry (AMS: 加速器質量分析法)を用いて血漿中(又は尿中若しくは糞中)の濃度を測定し、被験物質の未変化体や代謝物の薬物動態学的情報(AUC、 $T_{1/2}$ 、 $C_{\text{max}}$ 、 $T_{\text{max}}$ 、分布容積、初回通過効果、生物学的利用率、尿糞中排泄率等)を得る。
- ② 放射性同位元素で標識しない被験物質を被験者に投与し、高感度の液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS/MS: Liquid chromatograph / Mass spectrometry / Mass spectrometry)により未変化体や代謝物の薬物動態学的情報を得る。
- ③ 被験物質を $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 等のポジトロン放出核種で標識し、Positron Emission Tomography (PET: 陽電子放射断層撮影法)を用いて、被験物質の臓器・組織での分布画像を経時的に測定する。又は被験物質を $^{123}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{111}\text{In}$ 等で標識し、Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT)を用いて同様に測定する(注 1.2)。

注 1.2: 以下、「PET」は SPECT を含むものとして記載する。

## 2. マイクロドーズ臨床試験の実施に当たり必要な非臨床試験の範囲

マイクロドーズ臨床試験の実施に当たっては、事前に少なくとも以下の非臨床試験を実施すべきである(注 2-1)。

### (1) 拡大型単回投与毒性試験

一種類のほ乳類の雌雄を用いた拡大型単回投与試験について、対照群を設けた上で実施する(注 2-2)。当該試験の実施により、当該被験

物質の実験動物に対する最小毒性発現量を確立するか、またはマイクロドーズ臨床試験における当該被験物質の投与量に関する適切な安全域 (margin of safety) を確立する必要がある (注 2-2)。

投与経路としては、当該被験物質の医薬品としての予定投与経路とする。例えば経口投与の場合、原則として、投与前の一定時間実験動物を絶食させた上で強制経口投与を実施する。なお、当該被験物質の医薬品としての予定用量に対し、その100倍量を用いても毒性が認められない場合、その100倍量を当該試験の上限用量としても差し支えない。

観察期間は2週間とし、毒性徴候の種類、程度、発現、推移及び可逆性について、用量及び時間との関連で観察し記録する。また、適切な時期 (通常、投与翌日及び2週間の観察期間終了時) に血液検査、血液生化学検査及び病理組織学的検査 (通常、高用量群のみ) を行う。

## (2) その他の非臨床試験

- ① 局所刺激性については、マイクロドーズ臨床試験の実施前に評価を終了しておく必要があるが、単回投与毒性試験における投与局所の観察により局所刺激性の評価ができる場合には、改めて試験を実施する必要はない。
- ② 遺伝毒性試験については、必ずしもマイクロドーズ臨床試験の前に評価を終了しておく必要はない (注 2-3)。
- ③ 毒性試験のほか、マイクロドーズ臨床試験の実施前に、適切な動物種を用いて被験物質の薬理作用を明らかにするとともに、薬効発現量を推定しておく必要がある (下記 3. 参照)。
- ④ 放射性標識体を用いる場合は、放射線被ばくのレベルとその安全性に関する評価を事前に終了しておく必要がある。

## (3) 留意事項

これらの安全性に係る非臨床試験の実施に当たっては「医薬品の安全性に関する非臨床試験の実施の基準に関する省令 (平成 9 年厚生省令第 21 号、GLP: Good Laboratory Practice)」を遵守する必要がある。また、実施された非臨床試験の結果は、当該被験物質にかかるマイクロドーズ臨床試験その他の治験実施の科学的根拠として位置づけられるものでなければならない。

注2-1: 注1-1で記載のとおり、現在、ICHでは「医薬品の臨床試験のための非臨床試験の実施時期についてのガイドライン」の改訂作業を行っており、その結果に基づき、事前に必要とされる非臨床試験の範囲は変更

される可能性がある。

注2-2：単なる安全域の確立よりも、最小毒性発現量の確立及びそれらの毒性の性質に関する情報を事前に入手する方が有用であると考えられる。

注2-3：Munro ら(1996)<sup>4)</sup>の解析に基づき、FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA)は食品用香料の摂取が $1.5 \mu\text{g/day}$ (約 $30\text{ng/kg}$ )以下であれば、一生涯摂取しても安全性の懸念は無いとした(WHO Technical Report Series 868, 49<sup>th</sup> report of the Joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives)<sup>5)</sup>。マイクロドーズ臨床試験における投与量の上限は $100 \mu\text{g}$ (約 $2 \mu\text{g/kg}$ )であるが、これは、 $1.5 \mu\text{g/day}$ を一生涯摂取した場合の暴露量(50年として、約 $550 \mu\text{g/kg}$ )と比較しても100分の1以下である。この考え方を基礎にMullerらは(2006)<sup>6)</sup>遺伝毒性を有する医薬品中の不純物限度量について考察し、1ヶ月以下の暴露の場合の実質安全量を約 $120 \mu\text{g/day}$ とした。これに基づき、ICHのQ3Aの指針では一日摂取量が $0.2\text{mg}$ 以下の不純物については報告(承認申請書の添付資料への記載)、構造決定及び安全性確認の必要性はないとしている<sup>7)</sup>。このようなことを踏まえ、本ガイダンスは $100 \mu\text{g}$ 以下の投与を対象としていることから、遺伝毒性の事前評価は不要とした。

### 3. 最高投与量設定の方法

マイクロドーズ臨床試験における一回あたりの最高投与量としては、薬効発現量の1/100を超えない用量又は $100 \mu\text{g}$ のいずれか小さい方としているが、薬効発現量の推測方法として代表的なものとしては、以下の2つの方法がある。

#### (1) 経験的な方法

動物における薬効発現量をもとに体表面積換算することにより、ヒトでの薬効発現量を推定する方法(注3-1)。

#### (2) 薬物動態学的情報を用いる方法

薬効発現の作用機序等により異なるが、最大血中濃度( $C_{\text{max}}$ )又は血中濃度時間曲線下面積(AUC)を基準に推定する方法(注3-2)。

注3-1：体表面積換算については、米国食品医薬品庁(FDA: Food and Drug Administration)の初回投与量設定法のガイダンス<sup>8)</sup>において採用されている。また、Exploratory IND Studies<sup>3)</sup>の薬理学的影響の研究においては、ラットの無毒性量(NOEL: No Observed Advers Effect Level)を体表面積換算した用量の1/50を初回投与量としている。更に、欧州医薬品庁(EMA: the European Medicines Agency)の拡張型単回毒性試験においてもlimit doseを動物からヒトへallometric scalingす

る際に採用されている。これらのことから、現在、体表面積換算による方法は薬効発現量を推定する方法として一般に採用されているものと考えられる。しかしながら、この予測方法はあくまでも経験則であり、精度の高い予測法とは言い難く、有効血漿中濃度がヒト組織や細胞を用いた *in vitro* 又は動物を用いた *in vivo* データを基に予測可能であれば、より精度の高い方法として、次の注 3-2 の方法が推奨される。

注 3-2：ここでは、 $C_{max}$  を基準に推測する方法について解説する。まず、適切な動物での薬効発現量における最大血中濃度 ( $C_{max}$ ) を求める。血漿タンパク結合の動物とヒトとの種差を補正し、ヒトでの薬効発現量における  $C_{max}$  (ヒト推定  $C_{max}$ ) を推定する (この方法は、動物もヒトも血漿タンパクと結合してない遊離型  $C_{max}$  が同じ濃度で、薬効が発現すると仮定している)。更に、動物の分布容積並びに動物及びヒトにおける血漿タンパク結合情報をもとにヒトにおける分布容積 ( $V_d$ ) を推定する。最後に、ヒト推定  $C_{max}$  と  $V_d$  の積から、ヒトでの薬効発現量を計算する。

なお、 $C_{max}$  でなく、AUC を薬効の指標として用いる場合も、動物で薬効が得られた際の遊離型 AUC と同じ遊離型 AUC でヒトも薬効を示すものとして、投与量を推定するものである。

#### 4. 放射性標識体による被験者の内部被ばくに対する考え方

##### (1) AMSを用いる場合

放射性標識体による被験者の内部被ばくに関し、AMSを用いる場合に使用する<sup>14</sup>Cについては、一般に、自然界に存在する放射能による被ばくを超えない範囲で試験を実施しうることが知られており、国際放射線防護委員会 (ICRP: International Commission on Radiological Protection) による勧告<sup>9)</sup>で示された規制水準以下で実施可能である。(注 4-1) また、我が国の「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律 (昭和 32 年法律第 167 号、以下「障防法」という。)」第 2 条第 2 項に基づく放射性同位元素の下限数量以下の用量で実施可能である (注 4-2)。

##### (2) PETを用いる場合

PETを用いる場合に使用する<sup>11</sup>C その他のポジトロン放出核種については、個別のマイクロドーズ臨床試験の実施計画ごとに、被ばく量の安全性を評価すべきである。

内部被ばく量の推定及びその評価にあたっては、以下二つの側面から



検討すべきである。

- ① ヒト内部被ばく量推定を目的に、実験動物を用いた体内分布等の測定（動物種・例数・投与量等を勘案）（注 4-3）
- ② 上記①の実験動物による内部被ばくデータに基づき、ヒト内部被ばく線量の推定（用いる核種に対応する内部被ばく量推定計算および安全係数）（注 4-4）

注 4-1:  $^{14}\text{C}$  及びポジトロン核種の体内被ばく線量を予測・評価する方法としては、一般に、米国核医学会(The Society of Nuclear Medicine) の内部被ばく委員会(MIRD: Medical Internal Radiation Dose Committee) により提唱されたミルド法(MIRD Dose Estimate)により行うが、これまでの研究から、高感度の質量分析装置である AMS を用いる場合には、ヒトに投与する R I 量も 500nCi 以下(18.5KBq) で十分目的を達するといえる。

ICRP の体内動態モデルとしては、ヒトへの  $^{14}\text{C}$  放射性標識体による内部被ばくについてのモデル(体内の全組織に急速にかつ均一に分布し、半減期 40 日で消失)が提唱されている。ICRP は、1Bq の  $^{14}\text{C}$  標識有機化合物を経口摂取したときの実効線量(Sv)及び線量係数(Sv/Bq)について、ヒトに対して  $5.8\text{E}-10\text{ Sv/MBq}$  という値を許容している<sup>10)</sup>。一般に、医薬品は体内の臓器・組織に不均一に分布し、医薬品の半減期として 4 日以内に体内から消失するが、仮にすべての  $^{14}\text{C}$  放射性標識体がこのモデルに従うとして、ヒトに 500nCi 投与した場合の線量係数は、 $10.7\mu\text{ Sv/18.5KBq}$  (500 nCi) と計算される。これに 100 倍の安全係数をかけても、一般公衆の年間被ばく線量限度の 1mSv と同じレベルである。このことから、 $^{14}\text{C}$  で標識した放射性標識体を 500 nCi 以下投与した場合の被ばく線量は自然界から受ける年間被ばく線量よりも遥かに低く、当該放射性標識体の投与による健康影響は無いものと考えられる。

注 4-2: 「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行令(昭和 35 年 9 月 30 日政令第 259 号)」第 1 条及び「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件(平成 12 年科学技術庁告示第 5 号)」によると、 $^{14}\text{C}$  (一酸化物及び二酸化物を除く)については下限数量 10MBq かつ濃度 10Bq/mg を越えるものを障防法に規定する放射性同位元素として同法による規制の対象としているが、マイクロドーズ臨床試験については当該下限数量以下の用量で実施可能である。

注 4-3: 放射性標識体をヒトに投与した際の内部被ばく量推定に関し、特に  $^{14}\text{C}$

放射性標識体については、有色ラットに当該被験物質を予定投与経路にて投与して、経時的に各臓器・組織中の放射能濃度を測定することが適切である。この動物体内分布試験に関する標準的試験方法に関する既存のガイドラインは見あたらないが、典型的なものとしては、以下のような方法がある。

- ① まず、定性的に放射能濃度の高い臓器・組織を特定するために、適当な時間間隔(以下「1時点」という。)を定め、 $^{14}\text{C}$ 放射性標識体を投与した時点をも時点とする。1時点1匹の動物を安楽死させ、凍結し、全身の薄切片を作成してX線フィルム又はイメージングプレートにより放射能の分布画像データを取得する。これを10時点程度実施し(投与後3日又は7日などの長時間を含める)、特に長期間残留する傾向のある臓器・組織を確認する。
- ② 上記①の方法により放射能濃度を定量的に測定すべき臓器・組織を選定した後、1時点3～5匹の動物を用いて、上記①と同様のプロトコールに従い $^{14}\text{C}$ 放射性標識体を投与、安楽死させ、解剖し、各臓器・組織中の放射能濃度を測定する。解剖して臓器・組織を摘出する代わりに、全身切片を用いた分布画像データを定量化して放射能濃度を測定する方法を採用してもよい。また、PETを用いる放射性標識体の場合にはPETによる測定そのものを実施することにより、動物における体内分布データを容易に得ることが可能である。

注4-4: 実験動物の体内分布データを用いて動物での内部被ばく量を求め、これに安全係数を乗ずることにより放射性標識体を投与した時のヒトにおける内部被ばく線量の上限值を推定することが可能であるが、如何なる計算方法を採用すべきかについては、核種の種類により異なるものである。実験動物とヒトとでは薬物動態に種差が存在することから、薬物動態学的手法により種差を補完するよう、計算方法を改良することも考えられるが、現時点では、ヒト内部被ばく量推定のために如何なる国際的に認められた方法を選択するかについては、個別に専門家の意見を求めるべきである。

## 5. 被験物質の品質管理に対する考え方

### (1) 基本的考え方

マイクロドーズ臨床試験において使用する被験物質のうち、標識していない被検物質については、「2. マイクロドーズ臨床試験の実施に必要な非

臨床試験の範囲」で求めている試験で用いたものと同一ロットで実施することが望ましい。また、「治験薬の製造管理及び品質管理基準及び治験薬の製造施設の構造設備基準について（平成9年3月31日薬発第480号、以下「治験薬GMP」という。）」の遵守が求められる（注5-1, 5-2）。更に、ポジトロン放出核種放射性標識体については、放射性半減期が極めて短いために、 $^{14}\text{C}$ 放射性標識体や標識していない被験物質とはその製造方法や使用する設備等が異なる。このような状況を踏まえ、マイクロドーズ臨床試験に用いる被験物質の品質管理については、以下の考え方を基本とすべきである。

- ① 放射性標識体の製造方法について、標識していない被験物質の製造方法と異なる工程がある場合、標識していない被験物質の品質管理を基本として、当該製造工程の差異が品質に如何なる影響を及ぼすかについて検討する必要がある（注5-3）。特に、未知の不純物の有無や不純物の毒性等プロファイルに関する検証、不純物に有意な放射活性が無いこと、放射性標識体が適切な放射化学的純度を有していることの確認等を行う必要がある。
- ② 一般に、放射性標識体による非臨床試験の実施は困難であり、標識していない被験物質による非臨床試験の結果は、厳密には放射性標識体そのものに関する結果とは言い難い。このような場合、上記「4. 放射性標識体による被験者の内部被ばくに対する考え方」に基づく内部被ばくに関する評価及び上記①の品質管理を行うことにより、当該放射性標識体と標識していない被験物質は同等のものとして取り扱い、標識していない被験物質にかかる非臨床試験に関する知見をもって放射性標識体に外挿するとの考え方に基づきマイクロドーズ臨床試験を実施する必要がある。このことについては、欧米においても同様の考え方に基づきマイクロドーズ臨床試験が実施されている。
- ③ マイクロドージング臨床試験に用いる被験物質については、放射性標識体であっても、繰り返し何回も製造するケースはまれであり、むしろ1回の製造で必要量を賄うケースが一般的と考える。このような場合の品質管理としては、繰り返しの大量生産を前提としたバリデーションによるのではなく、ベリフィケーションの実施が妥当と考えられる場合もあり、工程ごとにその妥当性を検証した上で実施すべきである。その詳細については現在検討中の治験薬GMPの関係規定を参考とすべきである。

注5-1：治験薬GMPについては、「有効で安全な医薬品を迅速に提供するた

めの検討会報告書（平成19年7月27日）」において「治験の特性を考慮した品質確保が可能となるよう、見直しを図ることが必要である」との指摘を受け、必要な見直しを行っているところであり（平成19年11月末現在）、見直し後の治験薬GMPを参考にすべきである。

注 5-2：治験薬GMPにかかる欧米の状況として、FDAは、2004年、今後のGMPについて”risk-based approach（リスクの高低に応じ厳格な対応を求める考え方）”を基本的考え方とする報告書<sup>11)</sup>をとりまとめた。ICHにおける品質に関するガイドライン検討に際してもFDAはこの考え方に基づき議論に臨んでいる。なお、FDAは、2006年、治験の第I相試験に用いる治験薬のGMPに関し、従来よりも柔軟な対応のあり方について、具体的にガイダンス案<sup>12)</sup>により示したが、未だ最終決定されていない。また、EMAの2005年のガイドライン<sup>13)</sup>によると、治験薬の品質管理としては、GMPの全ての規定が適用されるものではなく、開発段階に応じた柔軟な管理が求められるべき旨言及している。

注 5-3：ポジトロン放出性核種放射線標識体については、その製造に当たり自動合成装置を使用するなど、一般に標識していない被験物質と同一の製造工程とはならない。特に自動合成装置を使用する場合、装置全体が閉鎖系になっていることが多いことなど、治験薬GMPで求められているバリデーションの実施等は事実上困難である。なお、治験薬GMPにおいて規定されているバリデーションとは、治験薬製造にかかる構造設備及び手順、工程その他治験薬の製造管理及び品質管理に関する方法が期待される結果を与えることを検証し、これを文書化するものである。このことにより、目的とする品質に適合する治験薬を恒常的に製造できることとなる。

## （2）測定方法に応じた留意事項

マイクロドーズ臨床試験に用いる被験物質の品質管理に当たっては、その測定方法の違いに応じて、以下の点に留意する。

### ① AMSを用いて測定する場合

この場合、 $^{14}\text{C}$ としての投与量は、通常、 $10^{-18}\text{g}$ 以下と非常に微量であることから、被験者に投与する被験物質としては、 $^{14}\text{C}$ 放射性標識体を標識していない被験物質で希釈して製造する。このため、その品質管理に当たっては、治験薬GMPを遵守する必要があるが、当該希釈工程の品質管理については、ベリフィケーションによることが適

切と考えられる。また被験物質を静脈内投与する場合、 $^{14}\text{C}$ 放射性標識体を標識していない被験物質で希釈するプロセスについても、無菌性を担保する品質管理が必要である。

② LC/MS/MSで測定する場合

この場合、放射性標識体ではなく、標識していない被験物質を微量、被験者に投与することから、その品質管理に当たっては、治験薬GMPを遵守する必要がある。

③ PETで測定する場合

この場合に用いる放射性同位元素としては、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$ その他のポジトロン放出核種であり、その半減期は極めて短い。したがって、当該放射性標識体の品質管理については、可能な限り治験薬GMPを遵守した上で、以下の事項を実施することが必要である。

ア. 目的とする放射性標識体の標識前の化合物（前駆体）の純度を確認する。

イ. 目的とする放射性標識体及び放射性を有しない同種の元素を被験物質に標識した化合物（例えば、目的とする被験物質が $^{18}\text{F}$ 放射性標識体である場合、 $^{18}\text{F}$ のかわりに放射性を有しない $^{19}\text{F}$ を標識したものをそれぞれ合成し、LCやLC/MS等を用いて、両者の保持時間が一致することを確認する。

また、PETで測定する場合、半減期が極めて短い核種を用いることから、最終製剤で確認できる検査項目は限られており、その実施に当たっては以下の点に留意すべきである。

ア. 製造工程において、エンドトキシンその他の不純物が混入しないよう、必要な品質管理を行う。

イ. 無菌試験などの生物学的検査については、必ずしもロット毎の試験実施を要求するものではない。この場合、ベリフィケーションとして、事前に同じ方法で製造した製品の無菌試験を実施し、同工程における品質に問題がないことを確認する必要がある。

ウ. 試薬等の原材料を最終製剤から除去する目的で分離精製する工程を追加するなど、従来の工程に重要な製造工程の追加・変更を行う場合、治験薬GMPを遵守するほか、当該製造工程により得られた被験物質による非臨床試験をあらためて実施する必要がある。

エ. 合成装置を用いて製造する場合、当該装置を閉鎖系にするなど、無菌性が担保できるよう、適切な品質管理を実施すべきである。（注5-6）。

注5-6：FDG製剤（ $^{18}\text{F}$ で標識したフルオロデオキシグルコース製剤）の品質管理に関しては、日本核医学会及び日本アイソトープ協会がそれぞれ基準<sup>15,16)</sup>を定めている。また、これら基準以外にも、研究用に繁用されている基準<sup>17)</sup>がある。これらは、FDGなど使用経験の多い製剤に関する自主基準として位置づけられるものであり、マイクロドーズ臨床試験の対象となる被験物質に対しては個別状況に基づきあらためて必要な品質管理の手法を検討すべきである。

### (3) 治験薬の交付

ここでは、被験物質の委託製造と関連して、その交付に関する留意点について述べることとする。

GCP省令第17条第2項においては、やむを得ない事由があるときを除き、治験依頼者は治験薬について第三者を介在させることなく、直接実施医療機関に交付しなければならないとされている。しかしながら、マイクロドーズ臨床試験において、半減期が極めて短い放射性標識体を用いる場合、治験依頼者は放射性標識体の合成等の被験物質の製造及び実施医療機関への交付について、これを外部事業者に行わせざるを得ない場合がある。また、被験物質の製造を実施医療機関において行わなければならない場合もある。このような場合には、GCP省令第17条第2項に規定する「やむを得ない事由」に該当するものとして、次のような考え方に従って行うべきである。

- ① 治験依頼者が外部事業者又は実施医療機関に被験物質の製造又は交付を委託する場合、治験依頼者は、委託に係る業務に関し、GCP省令第17条第1項の規定（治験薬の品質確保のために必要な品質管理等が可能であること）を遵守できる外部事業者又は実施医療機関に委託すること。
- ② 委託に当たり、治験依頼者はGCP省令第12条第1項の規定に準じ、これら業務を委託する外部事業者又は実施医療機関との間で文書により必要な契約を行うこと。例えば、当該委託に係る業務の範囲、業務の手順、当該委託に係る業務が適正かつ円滑に行われているかどうかを治験依頼者が確認できる旨等について規定すること。

## 6. その他の留意事項

マイクロドーズ臨床治験については、薬事法に基づく治験としてGCP省

令その他の関係法令を遵守する必要がある。以下に関連する留意事項について述べる。

### (1) 実施体制及び審査体制

マイクロドーズ臨床試験を立案・計画する治験依頼者は、本ガイドンスに基づき、個々のマイクロドーズ臨床試験に特有の留意点に十分配慮しつつ、治験実施計画書を作成する必要がある。治験依頼者は、適切な実施医療機関及び治験責任医師の選択を含め、マイクロドーズ臨床試験を円滑かつ安全に実施するための試験実施体制を構築しなければならない。また、治験審査委員会は、科学的・倫理的観点から十分な審議を行うとともに、試験実施又は継続の可否等についての的確に判断する必要がある。そのためには、治験審査委員会においては、内部被ばくに関すること、用量設定に関すること、測定機器に関すること、その他のマイクロドーズ臨床試験に特有の事項についても十分な検討がなされる必要があり、必要に応じ以下の方策を採るべきである。

- ① 個別医療機関毎の治験審査委員会に専門家の出席を求め、意見を聴取する（GCP省令第28条）。
- ② 外部の治験審査委員会を活用し、マイクロドーズ臨床試験の実施に必要な調査審議を一元的に当該治験審査委員会で行う又は個別医療機関毎の治験審査委員会より外部治験審査委員会に特定の専門的事項の一部又は全ての調査審議を依頼する（GCP省令第30条）。

### (2) 被験者の選定および適格基準

被験者の選定および適格基準の設定については、通常の治験と同様に明確な規定を設けるべきである。その考え方としては、試験実施により得られるベネフィットと当該被験者のリスクとを比較考量することを基本と考えるべきである。また、他の治験との重複参加を避ける、適切な休薬期間が置く等の基準を設ける必要がある。

妊娠可能な女性、妊婦、小児、特定の患者などの集団に対してマイクロドーズ臨床試験を実施することはより慎重を期すべきであり、実施する場合には、少なくともこれらの集団に対して試験を実施することの妥当性について、その理由とともにプロトコールに明示するなどの措置を講じることが考えられる（注6-1）。

注6-1：これまで述べてきたとおり、被験者に対する被験物質そのものの影響及び内部被ばくの影響の双方について十分に検討する必要がある。また、本文に記載する妊娠可能な女性等の特定集団に対するマイクロドーズ

臨床試験の実施が必要となるケースとしては、当該集団に関し、薬物動態を知ることが必要である場合、卵巣、精巣、眼球若しくは疾患をもつ臓器などへの薬物分布をみることが必要である場合などが想定されるが、これら集団に対しては、例えば、集団の特性に応じ、安全係数を大きくとる、前提とする非臨床試験の項目を追加する、臨床試験実施前・後の検査項目を吟味し必要に応じ追加する、妊娠検査・避妊等の管理体制を厳格にする等の措置を必要に応じ講じるべきである。また、当該集団に対する内部被ばくの影響については、必要に応じ海外の状況についても参考にすべきである。このような検討結果等については、治験審査委員会で十分に審議すべきである。

### (3) 被験者への説明と同意

被験者への説明と同意についてはGCP省令及び関連通知等に必要事項が定められているが、マイクロドーズ臨床試験においては、特に以下の点についてわかりやすい言葉で説明するよう、留意すべきである。

- ① 試験の目的を明確に説明すること（例えば、複数の被験物質を投与して薬物動態等のデータを取得することにより治験第I相試験実施の判断に資することを目的とする場合、その説明としては、「薬物動態のデータ収集」にとどまらず、「治験第I相試験実施の判断に資すること」についても明確に説明すること）。
- ② マイクロドーズ臨床試験の特徴として、被験物質の投与量は極めて微量であり、そのため、事前に得られている動物実験等の非臨床試験データは治験第I相試験の場合に比べ限定的である旨説明すること。
- ③ 放射性標識体を投与する場合、放射性物質による内部暴露について説明すること。（例えば、ア. 日常生活レベルを超えない、イ. 健康診断や日常的に受ける検査と同等またはそれ以下、ウ. これを僅かに超える程度など、具体的に説明すること。）
- ④ マイクロドーズ臨床試験の実施により生じた健康被害については補償されること及び具体的な補償方法について説明すること。

### (4) 行政機関への届出等

マイクロドーズ臨床試験の実施等に当たっては、薬事法に基づき、行政に対する届出が必要である。また、治験薬に係る副作用等の報告も必要である。その詳細は薬事法、GCP省令等の関係する規定を参照されたい。

#### ① 治験計画の届出

マイクロドーズ臨床試験の実施に当たり、治験依頼者は治験計画届



書を医薬品医療機器総合機構に提出する必要がある（薬事法第80条の2第2項、同施行規則第269条）。また、治験計画を変更する場合には治験計画変更届書を提出する（薬事法施行規則第270条）。

② 治験の中止・終了の届出

マイクロドーズ臨床試験の中止又は終了に当たっては、治験中止届書・治験終了届書を提出する必要がある（薬事法施行規則第270条）。

③ 副作用等の報告

マイクロドーズ臨床試験の実施に当たり、治験依頼者等が被験物質にかかる副作用等について知ったときは、定められた期間内に厚生労働大臣へ報告する必要がある（薬事法施行規則第273条）。

## 7. 引用文献

- 1) 厚生省医薬安全局審査管理課長通知； 臨床試験の一般指針について。平成10年4月21日医薬審第380号。
- 2) The European Agency for the Evaluation of Medicinal products. Evaluation of Medicines for Human Use (EMA), Committee for Proprietary Medicinal Products (CPMP) . Position paper on non-clinical safety studies to support clinical trials with a single microdose. CPMP/SWP/2599/02/, 23 January 2003. ; Revised edition: CPMP/SWP/2599/02/Rev 1, London, 23 June 2004.
- 3) U. S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research (CDER). Guidance for industry, investigators and reviewers, Exploratory IND studies. 12 January 2006.
- 4) Munro et al, Correlation of structural class with no-observed-effect levels: A proposal for establishing a threshold of concern. Food and Chemical Toxicol. 34, 829-867, 1996.
- 5) JECFA, WHO Technical Report Series 868, 49<sup>th</sup> report of the Joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives)
- 6) Muller et al, A rationale for determining, testing, and controlling specific impurities in pharmaceuticals that possess potential for genotoxicity. Reg. Toxicol. Pharmacol. 44, 198-211, 2006.
- 7) 厚生労働省医薬食品局審査管理課長通知；「新有効成分含有医薬品のうち原薬の不純物に関するガイドラインの改訂について」の一部改訂について（薬食審発第1204001号 平成18年12月4日）
- 8) U. S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research (CDER). Guidance for industry, Estimating the maximum safe starting dose in initial clinical trials for therapeutics in adult healthy volunteers. 21 July 2005.

- 9) ICRP Publication 68. Dose coefficients for intakes of radionuclides by workers : Replacement of ICRP Publication 61. *Annals of the ICRP*1994 ; 24(4) : 1-83.  
(日本アイソトープ協会, ICRP 翻訳検討委員会, 訳. ICRP Publication 68. 作業  
者による放射性核種の摂取についての線量係数. 丸善 1996)
- 10) 武田 洋.  $^{14}\text{C}$  標識化合物による内部被ばく. 第 18 回日本薬物動態学会年会・講  
演要旨集. pp. 156-157, 2003.
- 11) U. S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration.  
Pharmaceutical CGMPs for 21<sup>st</sup> century-A risk-based approach: Final report.  
September 2004.
- 12) U. S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration.  
Guidance for industry: INDS-Approaches to complying with CGMP during phase  
1. (Draft Guidance) Jan 2006
- 13) European Commission Enterprise and Industry Directorate-General. The rules  
governing medicinal products in the European Union. Volume 4. EU guidelines  
to good manufacturing practice, Medicinal products for human and veterinary  
use Part II, Basic requirements for active substances used as starting  
materials. October 2005.
- 14) U. S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration.  
Guidance: PET drug products - Current good manufacturing practice (CGMP).  
Draft Guidance. September 2005.
- 15) 日本核医学会. 院内製造された FDG を用いて PET 検査を行うためのガイドライン.  
核医学 2001 ; 38 : 131-37.
- 16) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会サイクロトロン核医学利用専門委員会. サイ  
クロトロン核医学利用専門委員会が成熟技術として認めた放射性薬剤の基準 (2001  
年改定版) . *RADIOISOTOPES* 2001 ; 50(5) : 190-204.
- 17) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会サイクロトロン核医学利用専門委員会. サイ  
クロトロン核医学利用専門委員会が成熟技術として認定した放射性薬剤の基準と  
臨床使用の指針. *RADIOISOTOPES* 1999 ; 48(12) : i-xxvi.

## 《参考》マイクロドーズ臨床試験における放射性同位元素の取り扱い

マイクロドーズ臨床試験では放射性同位元素を使用することが多い。放射性標識体やこれらを含む被験物質の調製等治験薬の製造及び同臨床試験の実施に際しては、薬事法のほか、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（昭和32年法律第167号、以下「障防法」という。）」及び「医療法（昭和23年法律第205号）」が主に関連することから、参考として、これら法律による規制を概説する。なお、本稿はごく概括的な内容であり、このほかにも労働安全衛生法等により所要の規制がなされており、これらにも留意する必要がある。したがって、マイクロドーズ臨床試験を実際に行うにあたっては、必要に応じて関係する規制当局に相談するなど、関連する法令等を十分に理解のうえ準備・実施することが必要である。

### 1. 障防法、医療法の規制の概要

- ・ 障防法においては、一定の数量と濃度を超える放射性同位元素の取り扱いが規制されている。同法によれば、放射性同位元素の使用（放射性同位元素の製造、詰替え等）をしようとする者は、文部科学大臣の許可（使用許可）を受け、放射線取扱主任者の監督のもとに、放射性同位元素の使用の他、保管、廃棄、他の許可使用者等からの譲り受け、譲り渡し、記録の作成、保存等を行うことなどが義務付けられている。また、業として放射性同位元素を販売する場合には、文部科学大臣への届出が必要である。
- ・ 放射性同位元素を含む治験薬を製造する者は、その取扱う放射性同位元素が障防法に基づく下限数量及び一定の濃度を超える場合、同法に基づく許可を取得する必要がある。また、製造した治験薬を病院又は診療所（以下「病院等」という）や治験依頼者に引き渡す場合には、販売業の届出が必要である。
- ・ 薬事法上の治験に該当するマイクロドーズ臨床試験は、医療法で規定する病院等において実施されるが、病院等でのこれら放射性同位元素の扱いは、障防法ではなく医療法により規制される（医療法による規制については、障防法の場合と同様、一定の数量と濃度を超える放射性同位元素の取り扱いが規制の対象とされる。具体的には、都道府県知事への届出、使用場所の制限、使用、貯蔵、廃棄等の施設に関する構造設備基準などが規定されている。なお、二種類以上の異なった放射性同位元素を取り扱う場合、個々の数量及び濃度が一定の数量及び濃度を超えるかどうか勘案する必要があるほか、それぞれの放射性同位元素の数量の

下限数量に対する割合の和が1を超える場合、障防法又は医療法に基づく許可又は届出を必要とする。))。

以下、マイクロドーズ臨床試験で多く使用が想定される核種に応じ、具体的な取り扱い等について説明する。

## 2. AMS用核種 (主として $^{14}\text{C}$ )

- この場合に主に使用される  $^{14}\text{C}$  は長半減期核種であり (半減期: 5730 年)、長期間の保管によっても実質上放射能は減衰しない。前述のように、障防法や医療法において放射性同位元素として規制の対象となるかどうかについては、放射性同位元素の数量及び濃度によって決まるが、例えばマイクロドーズ臨床試験に使用される非密封の  $^{14}\text{C}$  としては、通常、一酸化物又は二酸化物以外のものとして、その総量が 10MBq 以上かつ 10Bq/mg 以上の場合に障防法上の放射性同位元素として規制される。したがって、総量が障防法で規定する下限数量 10MBq 又は濃度 10Bq/mg のいずれかが下回る場合、別途、障防法に基づく使用の許可を受けている者を除き、規制の対象外となる。
- 本文でも記載のとおり、AMSで測定する場合の  $^{14}\text{C}$  については、ほぼ例外なく障防法又は医療法の規制対象を下回る数量又は濃度で十分実施可能である。したがって、治験薬の製造を行う施設は別として、本臨床試験を実施する病院等及びAMS測定施設については、その数量及び濃度のいずれかが規定以下であることを確認する必要がある。
- 実際には、マイクロドーズ臨床試験に際し、障防法に基づく許可取得者の施設において  $^{14}\text{C}$  標識化合物を合成しこれを含む治験薬の製造が行われ、治験依頼者を經由して治験実施施設である病院等に交付され、被験者に投与された後、血液等の検体がAMS測定施設に移送されることが一般に想定される。この場合の取り扱いとしては、次のように行うことが可能である。

### (1) $^{14}\text{C}$ を含む治験薬の製造、運搬等

$^{14}\text{C}$  を含む治験薬の製造については、一般に、治験依頼者や治験実施施設 (病院等) とは別の、障防法に基づく許可取得者に委託されることが多いと考えられ、当該許可施設においては、障防法に基づく  $^{14}\text{C}$  の管理が行われる。当該施設で製造された  $^{14}\text{C}$  を含む治験薬の治験依頼者への引き渡しについては、当該治験薬に含まれる放射性同位元素が障防法に規定する数量又は濃度を超えない場合であっても、放射性同位元素の流通状況についてより確実に把握する観点から、当該許可取得者に対し、

障防法に基づく販売業の届出を行うよう指導がなされている  
(注1)。

#### (2) 治験依頼者から病院等への交付

放射性同位元素を含む治験薬を治験依頼者が病院等へ交付することについては、当該治験依頼者が既に障防法に基づく許可を有する場合、その取扱う治験薬が障防法に規定する数量又は濃度を超えない場合であっても、当該許可取得者は障防法に基づく販売業の届出を行うよう指導がなされている。一方、当該治験依頼者が障防法に基づく許可を有しない場合、その取扱う治験薬が障防法に規定する数量又は濃度を超えない限り、病院等への交付に際して、障防法に基づく販売業の届出を行う必要はない。

#### (3) 病院等での扱い

治験依頼者から  $^{14}\text{C}$  を含む治験薬の交付を受けた病院等においては、当該病院等内で取扱う全ての  $^{14}\text{C}$  の数量及び濃度が常に障防法に規定する値を超えないよう管理する必要がある。一時的であっても数量及び濃度が規定値を超えると、当該病院等は医療法の規制対象となる。なお、規定する数量及び濃度を超えない限り、使用後の廃棄物については通常の医療廃棄物と同様に廃棄することが可能である(注2)。

#### (4) 病院等からAMS測定施設への移送

病院等からAMS測定施設への検体移送については、規定する数量及び濃度を超えない限り、その移送について障防法又は医療法の規制対象とはならない。なお、AMS測定施設においては、当該施設内で取扱う全ての  $^{14}\text{C}$  の数量及び濃度が常に障防法に規定する値を超えないよう管理する必要がある。

注1：「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の一部を改正する法律及び関係法令の施行について(平成17年6月文部科学省学術政策局原子力安全課放射線規制室事務連絡)」の別添1「放射線障害防止法及び関係政省令等の改正の内容」p22に以下のQAが掲載されている。

Q 許可使用者から許可使用者以外の者に下限数量以下の非密封線源を譲渡できるのか。

A 1. 放射性同位元素の流通について、より確実に把握する観点から、販売業の届出を行った上での譲渡をお願いすることとしています。

2. 特に、譲渡を継続して行う場合、(無償譲渡であっても)販売業

の届出が必要です。譲渡を継続して行う行為は、通常、使用の目的の範囲外であり、「使用」としてはなじみにくいものです。このような行為は、販売業の届出のうえ、行うことが適切と考えます。

注2：放射性同位元素の数量及び濃度が障防法に規定する値を超えなければ、障防法に従って廃棄する必要はない。なお、廃棄しようとするものが感染性廃棄物など「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45年法律第137号）」に定める産業廃棄物に該当する場合、当該規制に従う必要があることは、通常の医療廃棄物と同様である。

### 3. PET用核種

この場合に使用される放射性同位元素については、以下の観点から管理を行う必要がある。

(1) PETに用いるポジトロン放出核種は半減期が極めて短い核種 ( $^{11}\text{C}$ : 20分、 $^{18}\text{F}$ : 110分、 $^{13}\text{N}$ : 10分、 $^{15}\text{O}$ : 2分) であることから、多くの場合、①サイクロトロンを用いたポジトロン放出核種の製造、②同核種による放射性標識体の合成、③これを含む治験薬の製造、④治験薬の被験者への投与、の一連の行為が病院等内において行われることが想定される。

このうち、①サイクロトロンを用いたポジトロン放出核種の製造、②同核種による放射性標識体の合成及び③これを含む治験薬の製造については、治験依頼者から当該病院等に委託して行われるものである。これらの工程における放射性同位元素の管理については、病院等の中で行われたとしても医療法ではなく障防法に基づき行われるものであり、当該病院等は障防法に基づく許可を取得しなければならない。

また、当該治験薬はその製造後、④治験薬の被験者への投与のために、電子断層撮影診療用放射性同位元素使用室内に搬入されるが、当該室内の搬入以降の取り扱いについては医療法により規制される（注3、注4）。

なお、PET用の治験薬を廃棄する場合には、その半減期が極めて短いことから、一定期間、病院等内で保管して放射能の減衰を行い、医療廃棄物として取扱うことが可能である。

(2) ①サイクロトロンによるポジトロン放出核種の製造、②同核種による放射線標識体の合成及び③これを含む治験薬の製造について、これ

らが病院等内ではなく別の施設で行い、④治験薬の被験者への投与が病院等内で行われる場合（例えば、両施設が放射性同位元素の半減期の観点から時間的に近接する場合）、前者は障防法に基づく許可を取得した施設である必要がある。多くの場合、治験依頼者からの委託に基づき、当該施設は①②③の製造等を行うが、当該施設は、障防法に基づく販売業の届出を行った上で、当該治験薬を病院等へ交付することが可能である。また、この場合の病院等については、医療法により放射性同位元素の管理が行われる必要があり、当該病院等は当該治験薬を入手した後、（１）と同様、医療法に基づき対応する必要がある。

注３：「医療機関において調剤される PET 検査薬等の取り扱いについて（平成 17 年 9 月 28 日 文部科学省科学技術政策局長・学術政策局原子力安全課長、厚生労働省医政局指導課長通知」参照のこと。

注４：病院等内で①②③の工程を行う施設は、障防法の使用許可取得を必要とするが、製造した治験薬を同病院等内の陽電子断層撮影診療用放射性同位元素使用室内に搬入する場合には、障防法の販売業に係る届出は不要である。

（丁）