



事 務 連 絡
平成24年12月14日

各都道府県衛生主管部（局）薬務主管課 御中

厚生労働省医薬食品局審査管理課

「抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス」に関する質疑
応答集（Q&A）について

「抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス」については、平成24年
月 日付け薬食審査 号厚生労働省医薬食品局審査管理課長通知にて通知
したところですが、今般、「抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス」に
関する質疑応答集（Q&A）を別添のおりとりまとめましたので、貴管内
関係業者に対し周知願います。

(別添)

「抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス」に関する質疑応答集 (Q&A)

問1 本ガイダンスの目的は何か。

(答)

本ガイダンスは、モノクローナル抗体医薬品（以下「抗体医薬品」という。）の製造、特性解析、規格及び試験方法の設定において、共通する留意事項を明らかにし、抗体医薬品の承認申請等に必要とされる事項の例を挙げることにより、合理的な開発の推進と審査の効率化を図ることを目的としています。

なお、本ガイダンスは、現時点における科学的知見に基づく基本的考え方をまとめたものであり、学問上の進歩等を反映した合理的根拠に基づいたものであれば、必ずしもここに示した方法を採用することが必要というわけではなく、ケースバイケースで判断される場合があります。

問2 適用範囲（対象）について、ヒト細胞を生産用細胞基材とする場合も本ガイダンスの対象とされているが、この場合、動物細胞の細胞基材と異なる留意点は何か。

(答)

例えば、ヒト由来ウイルスの混入のリスクなどが挙げられます。

問3 開発の経緯について、同じ標的（抗原）に対して複数の候補品を研究・開発する場合もあり、承認申請時に開発製品の選択経緯を含めて詳細に説明する必要があるのか。

(答)

標的となる抗原の選択理由やどのような起源の抗体を選択したかなどを簡潔に CTD の 1.5、Module 2 (QOS)の諸言又は S.2.3 等、申請者側で適切と判断したセクションに示してください。

問4 細胞基材の樹立について、「セル・バンクが生物由来原料基準に適合することを示す必要がある」とは、MCB 及び WCB の調製に使用する培地成分等の原材料について生物由来原料基準に適合することを示すとの理解でよいか。

(答)

MCB 及び WCB の調製に使用する培地成分等の原材料及び宿主細胞について生物由来原料基準に適合することを示したものです。

薬食審査発 1214 第 1 号
平成 24 年 12 月 14 日

各都道府県衛生主管部（局）長 殿

厚生労働省医薬食品局審査管理課長



「抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス」について

抗体医薬品の品質評価に関する留意事項について、別添のとおりガイダンスを取りまとめましたので、貴管下関係業者に対して周知方お願いします。

なお、本ガイダンスは、現時点における科学的知見に基づく基本的考え方をまとめたものであり、学問上の進歩等を反映した合理的根拠に基づいたものであれば、必ずしもここに示した方法を固守するよう求めるものではないことを申し添えます。

別添

抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス

1. はじめに
2. 適用範囲 (対象)
3. 抗体医薬品の製造方法の開発、特性解析、規格及び試験方法の設定において考慮すべき基本的事項
 - 3.1 開発の経緯
 - 3.2 原薬の製造方法の確立
 - 3.2.1 モノクローナル抗体生産のための遺伝子発現構成体の構築
 - 3.2.2 細胞基材の樹立
 - 3.2.3 培養及び精製
 - 3.2.3.1 培養工程
 - 3.2.3.2 精製工程
 - 3.2.4 ウイルス安全性
 - 3.2.4.1 細胞株のウイルス安全性評価
 - 3.2.4.2 ウイルスクリアランスの工程評価及び工程特性解析
 - 3.2.5 プロセス・コントロール
 - 3.2.6 製法変更
 - 3.3 特性解析
 - 3.3.1 構造
 - 3.3.1.1 アミノ酸配列
 - 3.3.1.1.1 N末端及びC末端アミノ酸、N末端及びC末端アミノ酸配列
 - 3.3.1.1.2 ペプチドマップ
 - 3.3.1.2 スルフヒドリル基及びジスルフィド結合
 - 3.3.1.3 糖鎖
 - 3.3.1.4 人為的修飾
 - 3.3.2 物理的・化学的性質
 - 3.3.2.1 質量スペクトル
 - 3.3.2.2 電気泳動パターン
 - 3.3.2.3 液体クロマトグラフィーパターン
 - 3.3.2.3.1 サイズ排除クロマトグラフィー
 - 3.3.2.3.2 イオン交換クロマトグラフィー
 - 3.3.2.3.3 疎水性クロマトグラフィー
 - 3.3.3 生物学的性質
 - 3.3.3.1 結合特性
 - 3.3.3.2 機能的特性
 - 3.3.4 不純物
 - 3.4 規格及び試験方法

- 3.4.1 確認試験
- 3.4.2 純度試験
- 3.4.3 力価
- 3.4.4 物質量
- 3.5. 標準物質
- 3.6. 製剤
- 3.7 その他の考慮点
- 4. 抗体医薬品開発におけるプラットフォーム技術の利用

補遺 (Appendix)

参考文献

抗体医薬品の品質評価のためのガイダンス

1. はじめに

医薬品開発過程に必要な製法確立、特性解析、規格及び試験方法の設定、非臨床・臨床試験による有効性・安全性の評価は、関連する国内通知やICHガイドラインにしたがって実施され、製造販売承認申請（以下「承認申請」という。）の際には申請対象となる医薬品の品質・有効性・安全性が確保されていることを示すデータが提示される必要がある。これらは目的とする有効成分の特性に応じて製品ごとに個別に実施されるもので、通知やガイドラインには重要な一般原則が示されているものの特定の製品群についての具体例は示されておらず、特にバイオ医薬品ではケースバイケースの対応が求められることが多い。しかし、バイオ医薬品の中でも、国内外で多くの製品が承認され、一定の経験が積み重なってきているモノクローナル抗体医薬品（以下「抗体医薬品」という。）では、目的物質の分子構造の類似性が高いことから、製造、特性解析、規格及び試験方法の設定においては、共通した基盤技術（プラットフォーム技術）の適用が可能とされている。

抗体医薬品の開発では、遺伝子組換えによるキメラ型抗体やヒト化抗体及びヒト型抗体作製技術、ヒト抗体遺伝子導入動物やファージディスプレイ法等を利用したヒト型抗体作製技術、さらには、組換えタンパク質の大量生産／精製技術といった最新の技術が利用されている。このような抗体医薬品製造技術の進展を踏まえ、抗体医薬品の製法開発や品質特性解析等について、製品間で共通の事項に関する考え方を示すことは、抗体医薬品の品質・安全性・有効性確保に有用と考えられる。

本ガイダンスは、抗体医薬品の製造、特性解析、規格及び試験方法の設定において、共通する留意事項を明らかにし、抗体医薬品の承認申請等に必要とされる事項の例を挙げることにより、抗体医薬品の合理的な開発の推進と審査の効率化を図ることを目的としている。なお、本ガイダンスの対象となる抗体医薬品は、他の関連するすべての通知やガイドラインの適用も受ける。本ガイダンスでは、基本的に承認申請時において必要とされる申請資料を中心に記載しているが、開発ステージに合わせて本ガイダンスの考え方や要件を参照することが望ましい。

2. 適用範囲（対象）

本ガイダンスは、遺伝子組換え技術を用いて構築された動物細胞又はヒト細胞を生産用細胞基材として製造されるモノクローナル抗体医薬品を適用対象とする。

本ガイダンスにおいて、抗体医薬品とは、基本構造としてイムノグロブリンの骨格を持つモノクローナル抗体（IgG、IgM 等）を指し、これらに薬理活性を持つ低分子化合物、放射性同位元素配位性キレート、ポリエチレングリコール等による化学的修飾を施したモノクローナル抗体も適用対象とする。

ハイブリドーマ由来非組換え抗体、ポリクローナル抗体、Fab、F(ab')₂、scFv、diabody（二重特異性抗体）などの低分子化抗体、Fc融合タンパク質・ペプチドは適用対象外であるが、本ガイダンスの考え方は適用可能である。

3. 抗体医薬品の製造方法の開発、特性解析、規格及び試験方法の設定において考慮すべき基本的事項

抗体医薬品は、開発初期には開発候補品として様々なモノクローナル抗体が作製され、開発の進展とともにそれら候補物質の中から開発製品を選択することが多い。さらには、開発の進展に伴って宿

主細胞の変更など大幅な製法変更が行われることもある。一方で、従来のバイオ医薬品と異なり、精製法や特性解析手法、さらには規格試験の設定において、製品間で共通する技術的要素も多く、そのためにより合理的な開発が可能とも考えられている。本ガイドンスでは、抗体医薬品の安全性や有効性の確保を目的として、製法の確立や品質の一定性確保に必要と考えられる基本的事項を記載している。

なお、本ガイドンスで示された解析手法や評価法は例示であり、これらのすべての試験を実施しなければならないということではなく、それぞれの製品の特徴等を踏まえ、品目ごとに科学的に妥当な試験を実施することでよい。

3.1 開発の経緯

抗体医薬品では標的分子（抗原）は明確であるが、開発段階では親和性やエピトープが異なる様々なモノクローナル抗体が作製されることが多い。候補となるモノクローナル抗体からの開発製品の選択に当たっては、品質特性解析や非臨床試験のみならず臨床試験を実施して判断される場合もある。

承認申請時には、このような開発の経緯について、開発製品の選択経緯を含めて説明する必要がある。

3.2 原薬の製造方法の確立

バイオ医薬品の品質・安全性確保には、製造工程の管理と製品の品質試験の双方が不可欠であるが、バイオ医薬品の中でも分子量が大きく複雑な構造を持つ抗体医薬品は、翻訳後修飾や高次構造を含めて目的物質の構造特性を確定することが容易ではないため、製造方法の理解と管理が特に重要である。

3.2.1 モノクローナル抗体生産のための遺伝子発現構成体の構築

モノクローナル抗体作製法には、マウスを免疫して得られた B 細胞と骨髄腫細胞との細胞融合によりハイブリドーマを作製してモノクローナル抗体を取得し、マウスハイブリドーマから得られたモノクローナル抗体の遺伝子及びアミノ酸配列をもとに遺伝子組換えによりキメラ型、ヒト化及びヒト型抗体を作製する方法、ヒト抗体遺伝子導入動物を免疫して目的とする抗原に対するヒト型抗体産生細胞から取得する方法、ファージディスプレイ等を利用してヒト型抗体断片を取得する方法等がある。

抗体断片を取得した場合は、必要に応じてイムノグロブリン骨格の付加等の改変が行われる。これらの他、ヒト B 細胞を利用したヒト型モノクローナル抗体作製技術のように、新たな技術も開発されてきている。

本ガイドンスの適用対象となる遺伝子組換え技術を用いて製造される抗体医薬品の製造過程では、得られた抗体の遺伝子を組換えタンパク質発現に適したベクターに挿入して遺伝子発現構成体を構築する。

遺伝子発現構成体の分析は、ICH Q5B ガイドライン「組換え DNA 技術を応用したタンパク質生産に用いる細胞中の遺伝子発現構成体の分析」（平成 10 年 1 月 6 日付医薬審第 3 号厚生省医薬安全局審査管理課長通知）にしたがって実施し、承認申請書には、目的タンパク質をコードする遺伝子の由来が明確になるよう、遺伝子発現構成体の作製について、遺伝子の入手方法、作製の経緯、構造等を記載する。

3.2.2 細胞基材の樹立

抗体医薬品生産の出発材料であるセル・バンクの調製、特性解析、管理方法は、ICH Q5D ガイドライン「生物薬品（バイオテクノロジー応用医薬品／生物起源由来医薬品）製造用細胞基材の由来、調製及び特性解析」（平成 12 年 7 月 14 日付医薬審第 873 号厚生省医薬安全局審査管理課長通知）にしたがって実施する。また、セル・バンクは生物由来原料基準（平成 15 年厚生労働省告示第 210 号）に適合することを示す必要がある。承認申請書には、マスター・セル・バンク（MCB）及びワーキング・セル・バンク（WCB）調製の経緯を記載すると共に、それらの管理方法として、(1)特性解析試験及び純度試験の試験項目、分析方法、管理基準、(2)保存方法及び保存中の安定性に関する情報、(3)更新方法等を記載する。

動物細胞を用いる抗体医薬品の製造では、主に CHO 細胞や、Sp2/0 細胞、NS0 細胞等のマウス骨髄腫細胞等が用いられる。これらの細胞で製造された遺伝子組換えタンパク質には、N-グリコシルノイラミン酸（NeuGc）やガラクトース α 1-3 ガラクトース（Gal α 1-3Gal）のような非ヒト型の糖鎖が付加されている例が知られている。これまで、抗体医薬品に付加された NeuGc に関連する有害作用の報告はないが、Fab 領域に糖鎖を持つ抗体医薬品では、Gal α 1-3Gal に対する IgE を保有する患者で過敏症反応が生じる可能性があり、宿主細胞の選択に当たっては抗体への非ヒト型糖鎖の付加に関する知見を考慮することが必要な場合もある。

医薬品生産への応用実績がない新規の細胞株を用いる場合には、細胞選択の経緯、樹立方法等について情報を示し、その妥当性を説明する必要がある。

3.2.3 培養及び精製

一般に、バイオ医薬品の品質確保のためには、恒常性と頑健性のある製法の確立が求められる。抗体医薬品の製法においても、このための培養及び精製工程の管理が特に重要である。抗体医薬品の原薬の製造工程の確立及びその恒常性を示すためには、①目的物質の不均一性の恒常性が保たれていること、②製造工程由来不純物を除去する十分な能力を持つこと等を明らかにする必要がある。また頑健性を示すためにいくつかの条件（プロセス・パラメータ）を変動させたときの品質の恒常性を確認することも有用である。

品質特性に影響を与える工程は重要工程とし、必要に応じて工程内管理試験を設定する。また、最終製品の品質への影響が大きい中間体は重要中間体と定め、品質試験及び管理基準を設定して工程管理することが、最終製品の品質確保のために有用である。抗体に化学的修飾を施したものを原薬とする製品では、修飾前の抗体を重要中間体とし、工程内管理試験を設定して品質管理を行うことが必要であろう。

承認申請時には、製造方法の恒常性を確認するために、プロセス・バリデーション／プロセス評価として、パイロット又は実生産スケールで製造した結果（工程内管理試験の結果、その他の重要なプロセス・パラメータ、精製工程での不純物の除去状況等を含む）を示す。また、添加回収実験等による不純物クリアランス試験等、実験室スケールでの試験結果が、製造方法の恒常性を保証するためのデータとなる場合もある。

承認申請書には、原材料、品質に影響を及ぼす可能性のある試薬類、重要工程、重要中間体、主要な装置、重要なプロセス・パラメータ（温度、pH、時間等）等を適切に記載する。特別な機能を有する装置のうち、生産培養用のバイオリクターやカラム等の品質に影響を及ぼす機器に関してはその詳細（性能、容量等）を記載する。工程内管理試験を設定した重要工程については、その試験項目、

分析方法、適否の判定基準¹を記載する。また、単離・保存される重要中間体が設定されている場合は、保存条件及び保存期間を記載する。さらに、重要中間体について工程内管理試験が設定されている場合は、その試験項目、分析方法、適否の判定基準を記載する。

承認申請書に記載されたプロセス・パラメータの目標値／設定値は、原則として《一部変更承認申請》対象であるが、最終製品の品質・安全性に影響を与える可能性が極めて低いことが明らかな場合、『軽微変更届出』対象となる場合がある。他のバイオ医薬品にも共通することであるが、抗体医薬品の製造工程において、『軽微変更届出』対象とすることが許容されず、ほぼすべてのケースで《一部変更承認申請》対象とすることが求められるプロセス・パラメータの例として、ウイルス除去／不活性化工程や無菌工程の重要パラメータがあげられる。

3.2.3.1 培養工程

培養方法は、目的物質の産生量のみならず、目的物質の構造・活性等への影響、目的物質の不均一性等の品質恒常性への影響等を考慮して開発する必要がある。WCB 解凍後の培養に関して、ステップごとに、使用される培地及び添加物、培養スケール、培養容器・設備、培地の供給及び回収方法、温度や pH 等のプロセス・パラメータを明らかにすることが重要である。また、工程内管理試験として実施する項目とその管理基準を明らかにする。培養に用いられる培地に血清や動物由来原材料等が使用されている場合には、原材料が生物由来原料基準に適合していることを示す必要がある。

3.2.3.2 精製工程

精製方法の開発においては、目的物質の不均一性の恒常性、有効成分の純度、目的物質関連物質の含量、目的物質由来不純物及び製造工程由来不純物の除去状況等を考慮する必要がある。特に、抗体分子は糖鎖構造等において不均一性を持つため、一定の品質特性を持つモノクローナル抗体を精製するためには、工程の恒常性を十分に評価しておく必要がある。承認申請時には、ステップごとに、クロマトグラフィー樹脂の種類及びカラムスケール、カラムへの負荷が許容されるタンパク質量（必要に応じて、タンパク質溶液の導電率）等、平衡化液及び溶出液、流速、目的物質の画分の選定条件、温度等のプロセス・パラメータを示す必要がある。また、工程内管理試験として実施する項目とその管理基準を明らかにする。必要に応じ、許容されるカラム使用回数についてスケールダウンしたモデル等を用いて検討する。

製造工程由来不純物については、原薬の規格及び試験方法の中に項目を設けて管理する場合の他、工程内管理試験として規格を設定して除去状況を管理する場合があり、工程内管理試験により最終製品での残存量が十分に管理可能とするデータが得られていれば、原薬での規格設定は不要とすることも可能である。さらに精製工程で恒常的に十分に除去されることが示された不純物については、工程内管理試験や原薬における試験が設定されないケースも想定される。精製工程の不純物除去能を明らかにした上で、不純物残存量の管理方法を明らかにする必要がある。抗体医薬品原薬に含まれる可能性のある製造工程由来不純物は、宿主細胞由来タンパク質及び DNA、アフィニティーカラムの担体として用いられるプロテイン A、BSA 等の血清成分、培地成分、MTX 等の添加物等である。また無血清培養技術の進歩により、多くの抗体医薬品の培養に血清を含まない合成培地が使用されているが、このような合成培地であっても生物由来原料から製される添加物を用いる場合は、感染性物質に関する安

¹ 処置基準が記載されることもある。

全性が評価されたものを用いる必要がある。

抗体医薬品の一般的な精製工程は、例えば、プロテイン A アフィニティークロマトグラフィー、低 pH 処理によるウイルス不活化、その他のクロマトグラフィー工程（陽イオン交換クロマトグラフィー、陰イオン交換クロマトグラフィー等）、ウイルス除去フィルターによるろ過、濃縮工程、最終ろ過等から構成される。抗体医薬品製造においては、多くは無血清培地が使用されているが、細胞培養にウシ血清を用いた場合は、血清由来のウシ IgG と目的物質の分離を考慮する必要がある。

3.2.4 ウイルス安全性

動物細胞又はヒト細胞を用いて生産される抗体医薬品では、ICH Q5A ガイドライン「ヒト又は動物細胞株を用いて製造されるバイオテクノロジー応用医薬品のウイルス安全性評価」（平成 12 年 2 月 22 日付医薬審第 329 号厚生省医薬安全局審査管理課長通知）にしたがってウイルス安全性評価を実施する。CHO 細胞や、Sp2/0 細胞及び NS0 細胞等のマウス骨髄腫細胞を用いた場合は、ICHQ5A ガイドラインのケース B（げっ歯類のレトロウイルス（又は、げっ歯類の A 型粒子及び R 型粒子のような非病原性であるとされているレトロウイルス様粒子）のみが細胞又は未加工／未精製バルク中に存在するケース）に相当すると考えられる。この場合、実施すべき試験は、細胞株における内在性ウイルス試験及び外来性ウイルス試験、未加工・未精製バルクにおける外来性ウイルス試験、精製工程に関するウイルスクリアランスの工程評価試験及び工程特性解析試験である。

3.2.4.1 細胞株のウイルス安全性評価

MCB、WCB、及び医薬品製造のために *in vitro* 細胞齢の上限にまで培養された細胞（CAL : Cells At the Limit of *in vitro* cell age used for production）についてウイルス安全性評価を実施する。

3.2.4.2 ウイルスクリアランスの工程評価及び工程特性解析

3.2.3.2 で述べた抗体医薬品で一般に用いられる精製工程のうち、ウイルスクリアランスに関して評価対象とされる工程は、主として、プロテイン A アフィニティークロマトグラフィー及びそれに続く低 pH 処理、ウイルス除去フィルターによるろ過であり、これに加えて陰イオン交換クロマトグラフィーでウイルスクリアランス能が評価されることが多い。ウイルスクリアランス工程として設定した工程は、重要工程とすべきである。CHO 細胞やマウス骨髄腫細胞のようなげっ歯類の細胞を用いた場合に、工程評価試験に使用される特異的モデルウイルスとしては、マウス白血病ウイルス（Murine Leukemia Virus）等がある。

各工程のウイルスクリアランス指数を総計することにより、製造工程全体のウイルスクリアランス能を評価するが、求められる総ウイルスクリアランス値について明確な基準があるわけではない。総ウイルスクリアランス値よりも、それぞれの工程の頑健性やウイルスクリアランスの機構（除去／不活化）が重要である。可能であれば 2 つ以上のウイルスクリアランス工程を採用し、そのうち少なくとも 1 つはウイルスクリアランス能に関して頑健性のある工程であることが望ましい。

前述したようにアフィニティークロマトグラフィー工程と低 pH 処理工程をウイルス除去と不活化工程として独立して評価可能な場合には、それぞれのウイルスクリアランス値を加算し、総ウイルスクリアランス値に組み入れることが可能であろう。

<開発初期段階におけるウイルス安全性評価>

承認申請データとしては製品ごとに十分なウイルス安全性評価を行うことが必要であるが、開発初期段階、すなわち、初期の臨床試験に用いる治験薬の評価に関しては、同一の親細胞から調製した細胞基材を用いる場合等では、セル・バンクの試験において共通の試験項目が適用できるであろう。また、ウイルスクリアランス工程評価試験の設計に当たっては効率的な試験デザインが可能と考えられる。例えば、抗体医薬品生産の宿主細胞としてこれまでに十分な使用実績がある CHO 細胞等では、開発初期段階でのウイルス安全性試験に対して自社における他の抗体医薬品の開発経験を活用する等、合理的な対応が可能なケースも想定される。また、プロテイン A クロマトグラフィー工程やウイルス除去フィルターによる過工程等における抗体濃度や緩衝液系等の設定について、共通化が可能な場合が多いと考えられる。文献や開発から得られた経験から、ウイルスクリアランス能を期待できる製造工程については、開発初期段階の製品において一部のウイルスクリアランス試験が省略できるかもしれない。

一方、タンパク質の大量発現に適した新たな細胞株の開発も進められているが、医薬品生産への応用実績が少ない細胞では、内在性ウイルスの評価等、開発初期段階から安全性確保のための十分な検討が必要である。

3.2.5 プロセス・コントロール

製造のプロセス・コントロールとしては、操作パラメータの管理や工程内管理試験（適否の判定基準又は処置基準で管理する試験）等が含まれる。また、プロセス・パラメータのモニタリングを行うことで、製造実績を重ねる中で、製造工程の恒常性について有用な情報が得られる場合がある。これらに加えて、汚染物質の混入に対する防止策を講ずるとともに、必要に応じて、適切な段階での混入汚染物質に対する工程内管理試験又はモニタリングを設定する。

3.2.6 製法変更

バイオ医薬品の開発段階では、製造工程の改良やスケールアップのため、製法変更が実施されることが少なくない。特に抗体医薬品の場合には、開発過程でヒト抗体産生ハイブリドーマから遺伝子組換え細胞に細胞基材が変更されるケースもあることや、大量生産が必要であること等の理由により、製法変更が繰り返される場合が多い。製法が変更された場合、旧製法で製造された製品を用いて得られた非臨床・臨床試験データを、新製法製品でのデータとして用いるため、製法変更前後での品質の同等性/同質性評価が必要である。また、バイオ医薬品製造に関する最新技術の採用や、感染性物質に関する新たな情報等から、承認後も製法が変更されることがある。この場合も、製法変更前後の製品に関して同等性/同質性評価が必要である。同等性/同質性評価は、ICH Q5E ガイドライン「生物薬品（バイオテクノロジー応用医薬品/生物起源由来医薬品）の製造工程の変更にもなう同等性/同質性評価」（平成 17 年 4 月 26 日付薬食審査発第 0426001 号厚生労働省医薬食品局審査管理課長通知）にしたがって実施する。

抗体医薬品の品質の同等性/同質性評価で大きな課題となるのは、目的物質の不均一性や不純物の除去状況である。品質特性の差異が認められた場合、その差異が有効性や安全性にどのような影響を及ぼすかについて、非臨床試験や臨床試験での確認が必要な場合もある。

3.3 特性解析

原薬及び製剤について、ICH Q6B ガイドライン「生物薬品（バイオテクノロジー応用医薬品/生物

起源由来医薬品)の規格及び試験方法の設定」(平成13年5月1日付医薬審発第571号厚生労働省医薬局審査管理課長通知)を参考に特性解析を実施し、構造、物理的・化学的性質、免疫化学的性質、生物学的性質、純度及び不純物を明らかにする。

3.3.1 構造

抗体医薬品の開発においては、モノクローナル抗体の基本骨格構造を念頭に徹底した構造解析を行わなければならない。ヒト抗体は、構成する定常領域の違いにより、IgG、IgD、IgE、IgA、及びIgMの5種類のクラスに分類され、IgG抗体はさらにIgG1、IgG2、IgG3及びIgG4の4つのサブクラスに分類される。IgGの基本構造は、同一H鎖2分子と同一L鎖2分子から構成される4本鎖構造(H₂L₂体)である。

抗体医薬品の構造解析では、H鎖及びL鎖について、他のバイオ医薬品と同様に、アミノ酸配列、N末端及びC末端アミノ酸配列、ペプチドマップ、スルフヒドリル基及びジスルフィド結合、並びに糖鎖構造を明らかにする。また、N末端及びC末端アミノ酸配列のプロセッシングの程度、Fc領域以外にも糖鎖が結合する場合には糖鎖の結合位置の解析等も必要となるであろう。細胞傷害活性を持つ化合物や放射性同位元素配位性キレート等が共有結合した修飾抗体においては、化合物の結合数及び結合位置を可能な限り明らかにする。抗体医薬品の高次構造については、現時点での物理的・化学的分析技術では明確に示すことは困難であるとされているが、円二色性分析や示差走査熱量測定等による分析を補助的に用いることも有用である。さらに、製法変更前後における高次構造の同等性評価については、生物活性による評価に置き換えることも可能である。

3.3.1.1 アミノ酸配列

アミノ酸配列分析は、目的物質のアミノ酸配列が、目的物質をコードする遺伝子配列から推定されるアミノ酸配列に一致することを確認するために実施する。抗体のような高分子タンパク質では、N末端及びC末端アミノ酸配列分析やペプチドマッピング等の結果を統合して全一次構造を明らかにする。ペプチドマッピングと質量分析法(MS)を組み合わせることにより目的とするアミノ酸配列を確認することも可能である。

3.3.1.1.1 N末端及びC末端アミノ酸、N末端及びC末端アミノ酸配列

末端アミノ酸分析は、N末端及びC末端アミノ酸の種類及び不均一性の確認のために行う。目的物質をコードする遺伝子配列から推定される末端アミノ酸配列と比較して不均一性が認められた場合は、各分子体の割合を適切な分析方法により測定しておくべきである。抗体医薬品のH鎖N末端はグルタミンやグルタミン酸残基であることが多い。MSを用いたペプチドマッピング等を用いて、ピログルタミン酸の形成の有無を確認し、ピログルタミン酸の形成が確認された場合は、その割合を求める。また、ほとんどの抗体医薬品において、H鎖C末端のリシンの大部分は欠失しており、C末端アミノ酸の不均一性を確認する必要がある。

3.3.1.1.2 ペプチドマップ

ペプチドマッピングは、タンパク質性医薬品のアミノ酸配列を確認することを目的とした特性解析法の一つである。通常、ジスルフィド結合を還元アルキル化した後、トリプシン等で消化し、生じたペプチド断片を逆相HPLCにより分離・回収する。各ペプチドのアミノ酸組成をMSにより、又は、

アミノ酸配列をタンデム質量分析(MS/MS)やエドマン分解により確認し、目的物質のアミノ酸配列が遺伝子配列から推定されるアミノ酸配列に一致することを確認する。液体クロマトグラフィー質量分析(LC/MS)を用いたペプチドマッピングにより、N末端及びC末端アミノ酸配列の不均一性、ジスルフィド結合、糖鎖の結合位置と糖鎖構造、人為的修飾、並びに分子変化体の解析を同時に行うことができる。

3.3.1.2 スルフヒドリル基及びジスルフィド結合

IgGはL鎖内、H鎖内、L鎖-H鎖間、及びH鎖間に複数のジスルフィド結合を持つ。スルフヒドリル基及びジスルフィド結合解析は、それぞれジスルフィド結合していないスルフヒドリル基の割合を明らかにすること、及び目的とするジスルフィド結合が形成されていることを確認するために実施する。スルフヒドリル基は、5, 5'-ジチオビス(2-ニトロ安息香酸)(DTNB試薬)を用いた比色定量法(エルマン反応)等によって定量することができる。ジスルフィド結合は、例えば、還元アルキル化処理された抗体及び非還元抗体をトリプシン等で消化した後、LC/MSを用いたペプチドマッピングを行い確認する。

IgG骨格を持つ抗体の中でもIgG2サブクラスでは、ヒンジ領域、CH1領域、及びCL領域のシステイン間で形成されるジスルフィド結合に不均一性が存在することが知られているため、不均一性の有無についても注意を払う必要がある。IgG3のヒンジ領域には11箇所のジスルフィド結合があるため、IgG3骨格を持つ抗体医薬品を開発する場合にも、ジスルフィド結合の不均一性には注意を要する。また、非改変型のヒンジ領域を持つヒトIgG4では、H鎖間のジスルフィド結合が切断された抗体(半量体:HL体)が生じる可能性があるため、原薬中のHL体の割合を明らかにする。

3.3.1.3 糖鎖

抗体医薬品の多くは糖タンパク質である。IgGを基本骨格とするモノクローナル抗体では、通常、H鎖のCH2ドメインの1箇所に共通してN結合型糖鎖が結合している(コンセンサス配列に結合する糖鎖)。N結合型糖鎖の基本構造は、ガラクトースが0~2分子結合したフコシル2本鎖糖鎖(慣用的にG0~G2と呼ばれる)である。このN結合型糖鎖の有無を確認した上で、結合糖鎖の構造と各糖鎖の結合の割合を明らかにする必要がある。特に、抗体依存性細胞性細胞傷害(Antibody-dependent cell-mediated cytotoxicity; ADCC)活性又は補体依存性細胞傷害(complement-dependent cytotoxicity; CDC)活性を利用している抗体医薬品では、それぞれN結合型糖鎖のトリマンノシルコア部分に α 1-6結合しているフコース又は非還元末端ガラクトースがその細胞傷害活性等を制御することが知られていることから、糖鎖構造がADCC活性やCDC活性に及ぼす影響についても様々な角度から検討すべきである。また、可能であれば抗体の糖鎖構造と体内動態の関連を明らかにしておくことも有用である。

可変部にN結合型糖鎖のコンセンサス配列(Asn-Xaa-Ser/Thr; XaaはPro以外のアミノ酸残基)が存在する場合、N結合型糖鎖が結合している可能性があるため、糖鎖の有無を確認する。可変部の糖鎖構造はG0~G2とは異なる場合も多く、糖鎖構造の詳細と主な糖鎖の不均一性について明らかにする必要がある。抗体医薬品では他のバイオ医薬品と比較して投与量が多いことや、細胞基材によっては非ヒト型糖鎖含量が従来の例より多くなる可能性も考えられることから、非ヒト型糖鎖を持つ糖鎖が結合している場合は、その割合を明らかにするとともに、安全性への影響を考慮すべきであろう。動物細胞で生産される遺伝子組換えタンパク質に付加される非ヒト型糖鎖としてはGal α 1-3Galや

NeuGc が知られており、Gal₁-3Gal については抗体医薬品投与時のアナフィラキシー発症との関連が報告された例がある。

抗体の糖鎖解析法として、単糖に加水分解して分析する方法（単糖組成分析）、糖鎖を酵素等で切り出して分析する方法（オリゴ糖分析）、トリプシン等で糖ペプチドとして分析する方法（糖ペプチド解析）及び糖タンパク質のまま解析する方法（グリコフォーム分析）等が適用可能であろう。Fc 部分の N 結合型糖鎖については、これまでシアル酸の結合による生物活性への影響についてはあまり知られていない。一方、Fc 部分（CH₂ ドメイン）の N 結合型糖鎖以外に糖鎖結合を持つ場合、シアル酸が体内動態に影響を与える可能性もあり、シアル酸を含む糖鎖についての解析を実施することが有用であると考えられる。

3.3.1.4 人為的修飾

放射性同位元素を配位させるためのキレート化合物、細胞傷害活性を有する化合物、ポリエチレングリコール等の高分子等、修飾剤を共有結合させた修飾抗体では、修飾剤の結合数と結合位置を可能な限り明らかにする。また、非修飾抗体や遊離した修飾剤の含量等も明らかにする。修飾剤の結合数と結合位置の解析には、修飾抗体のペプチドマップと未修飾抗体のペプチドマップの比較が有用である。

3.3.2 物理的・化学的性質

分子量・分子サイズ、アイソフォームパターン、電気泳動パターン、液体クロマトグラフィーパターン及び分光学的性質を必要に応じ組み合わせて使用する。物理的・化学的性質の解析は、目的物質の不均一性を含む物性を明らかにし、品質の恒常性を評価する上で重要である。抗体医薬品において不均一性が存在する要因として、凝集、断片化、N 末端グルタミン又はグルタミン酸残基のピログルタミン酸形成、H 鎖 C 末端リシン残基の欠失、アスパラギン酸残基の異性化、アスパラギンの脱アミド化、メチオニン残基の酸化、ジスルフィド結合異性体等のポリペプチド鎖上に生じた分子変化（分子変異体の存在）、糖鎖の不均一性等が知られている。

3.3.2.1 質量スペクトル

目的物質の質量を測定する他、質量が異なる分子変異体や糖鎖構造の異なる分子を識別することが可能である。抗体医薬品を非還元状態で測定する場合、分子量が大きいため同位体の存在によりイオンピークがブロードになるが、C 末端リシンの脱離（128 Da）、糖鎖のガラクトース残基数（162 Da）の違いによる分子種の違いを識別できる。

3.3.2.2 電気泳動パターン

分子量の違いで分子種を分離する SDS ポリアクリルアミド電気泳動（SDS-PAGE）及びキャピラリーゲル電気泳動と、等電点の違いにより分離する等電点電気泳動及びキャピラリー等電点電気泳動がある。

還元条件下で IgG の SDS-PAGE を行うと、50～60 kDa に H 鎖、25～30 kDa に L 鎖が検出される。非還元条件下で行った場合は 150～200 kDa に目的とする 4 本鎖構造を持つ抗体（H₂L₂ 体）が検出される他に、凝集体、断片、半量体（HL 体）及びジスルフィド結合の誤りによって生じた分子が検出される。

抗体医薬品の等電点電気泳動及びキャピラリー等電点電気泳動では、C 末端リシン残基の有無、脱アミド体及びシアル酸結合数等の違いによって生じたアイソフォームが分離される。後述するイオン交換 HPLC を用いて分析した結果を含め、分子の荷電からみた不均一性について明らかにすべきである。

3.3.2.3 液体クロマトグラフィーパターン

目的物質の不均一性や、目的物質の分子変化体の構造及び割合を明らかにするため、必要に応じて下記のようなクロマトグラフィーを用いた分析を行う。

3.3.2.3.1 サイズ排除クロマトグラフィー

2 量体及び多量体の存在を確認する。H 鎖及び L 鎖の単鎖の存在、Fab 断片又は Fc 断片など分解物の測定にも利用できる。

3.3.2.3.2 イオン交換クロマトグラフィー

脱アミド体、一方又は両方の H 鎖 C 末端リシン欠失体、一方又は両方の H 鎖の N 末端がグルタミン酸残基であるもの、シアル酸付加体、H 鎖断片、L 鎖断片、Fab 断片及び Fc 断片等の検出が可能な場合がある。検出したピークの構造を可能な範囲で MS 等により明らかにする。

3.3.2.3.3 疎水性クロマトグラフィー

例えば、抗体をパパインで切断すると定常部のヒスチジンとトレオニン残基間が切断され、2 分子の Fab 断片と 1 分子の Fc 断片が生じる。これを疎水性 HPLC 等で分析すると、遊離システインの存在、メチオニン等の酸化や一部アミノ酸の変化（例 アスパラギン酸の異性化）等を確認することができる。

3.3.3 生物学的性質

抗体医薬品の生物活性は品目ごとに異なり、i) 抗原の作用や抗原を介した生体内反応を抑制又は促進するもの、ii) 抗原結合能に加えて ADCC 活性や CDC 活性を持つもの、iii) 薬理作用を持つ化合物を結合させた抗体のように、抗原を発現している細胞に取り込まれ、細胞内で解離した化合物が作用するもの等がある。期待される効能効果を反映した生物活性を測定するためにどのような生物学的試験が有用であるかは、臨床効果やその分子機構を考慮して明らかにする必要がある。一般に、抗体医薬品の生物学的試験として、抗原との結合特性及び機能的特性を明らかにする試験の実施が必要である。抗原との結合性は抗体医薬品の免疫化学的性質でもあるが、抗体医薬品の作用の起点となる性質であるため、生物活性の一つとして結合特性を明らかにすることは有用である。

生物活性を定量的に表す尺度は「力価」であり、「単位」で表される。抗体医薬品では標準品が存在しないケースが殆どであると考えられることから、特性解析した自家標準物質を確立しておき、試験結果は自家単位で表示する。抗体医薬品原薬の生物活性は、物質あたり力価（例 単位/mg）、又は標準物質の活性と比較した相対力価（%）で表される。

3.3.3.1 結合特性

抗体医薬品の結合特性として明らかにすべき主な事項は、標的抗原に対する結合親和性、抗体が認

識するエピトープ、抗原と類似したタンパク質（抗原と構造の類似した分子や動物における相同タンパク質）に対する交差反応性である。標的分子との結合特性解析には、エンザイムイムノアッセイ（Enzyme-Linked Immunosorbent Assay : ELISA）や表面プラズモン共鳴（Surface Plasmon Resonance : SPR）解析等が汎用される。SPR 解析では、結合親和性（解離定数）の他、結合速度定数と解離速度定数を明らかにすることができる。

ヒト細胞や組織に対する結合性を解析することにより、意図しない薬理作用や有害作用発現の可能性を考慮することができるため、特性解析においても、免疫組織学的手法を用いて結合の特異性や交差反応性を明らかにしておくことが有用である。

3.3.3.2 機能的特性

抗体の結合により生じる生体反応の変化は、抗体が結合する抗原上の部位や特異性等により異なる。そのため特性解析では、結合特性の評価と共に、抗原又はその受容体を発現している細胞や動物を用いて、抗原が関わる生体反応に対する抗体の作用、すなわち、抗体の機能的特性を評価する。例えば、細胞増殖を促進するサイトカイン又はその受容体を抗原とする抗体医薬品では、サイトカインによる細胞増殖を抑制する活性を評価し、ウイルス表面タンパク質に結合する抗体医薬品では、ウイルスによる細胞変性を抑制する活性を評価する。また、エフェクター分子を介した細胞傷害活性を期待する抗体医薬品では、ADCC 活性、又は CDC 活性を評価する。

3.3.4. 不純物

バイオ医薬品の製造過程では、細胞内や培養液中で生じる酵素反応や物理化学的相互作用等により、目的物質の分子変化体が生成する。抗体医薬品における目的物質の分子変化体としては、凝集体、切断体、糖鎖非修飾体、グリケーション体、ジスルフィド結合形成不全体、シグナルペプチド残存体、H 鎖 C 末端リン欠失体、メチオニン残基の酸化体、アスパラギンの脱アミド体、アスパラギン酸残基の異性化体等が知られている。特性解析においては、構造及び物理的・化学的性質の解析において検出されたこれらの分子変化体について、クロマトグラフィー等による分取と活性測定が可能であれば、目的物質に匹敵する品質特性を持つ目的物質関連物質であるか、目的物質に匹敵する品質特性を持たない目的物質由来不純物であるかの区別とその割合を明らかにする。

また、バイオ医薬品の原薬中には宿主細胞や培養及び精製工程に由来する不純物が存在し、これらは製造工程由来不純物とされる。動物細胞を用いて製造される抗体医薬品原薬に含まれる可能性のある製造工程由来不純物には、宿主細胞由来タンパク質、DNA、プロテイン A、BSA 等の血清成分、培地成分、培地添加物等がある。製造工程中の試料又は原薬について、存在が想定される製造工程由来不純物の含量をそれぞれ測定する。

3.4 規格及び試験方法

臨床試験に用いられたロットと同等の品質を有する製品が恒常的に供給されるよう、規格及び試験方法を設定する。規格及び試験方法は、試験項目、用いる分析法及びその方法で試験したときの規格値／適否の判定基準を示したものであり、ICH Q6B ガイドラインにしたがって、外観・性状、確認試験、純度と不純物、力価、物質質量等に関して設定する。

3.4.1 確認試験

確認試験は目的物質が得られていることを確認するための試験であり、高い特異性が求められる。

抗体医薬品では、ペプチドマップ、クロマトグラフィーにおける保持時間、電気泳動パターン等を標準物質と比較して、目的物質と構造及び物理的・化学的性質が一致することを確認する試験が設定されることが多い。

3.4.2 純度試験

純度試験は、目的物質の不均一性の恒常性確保、及び不純物含量の規定のために設定される。

抗体医薬品の目的物質の不均一性評価のために設定される純度試験の例としては、H鎖C末端リン欠失体等のアイソフォームの含量評価を目的としたイオン交換クロマトグラフィー、電荷不均一性の評価を目的とした等電点電気泳動又はキャピラリー等電点電気泳動、糖鎖構造の不均一性の評価を目的とした遊離糖鎖を用いるオリゴ糖マップ等がある。ADCC活性やCDC活性を有する抗体のように糖鎖構造が生物活性に影響することが知られている抗体医薬品では、糖鎖構造の一定性を担保するための規格及び試験方法の設定を考慮する必要がある。また、異種抗原として知られているGalα1-3Galを持つことが明らかな場合には、製造における含量の恒常性が十分に担保されない限り、その存在量の規格設定が必要であると考えられる。目的物質の不均一性を評価するために設定される試験では、ピーク強度比や標準物質とのパターン的一致が規格値として設定される。

目的物質由来不純物含量の規定のために設定される試験方法としては、凝集体含量の評価のためのサイズ排除クロマトグラフィー、切断体含量の評価のためのSDS-PAGEやキャピラリーゲル電気泳動等がある。これらの試験では、不純物又は目的物質の含量の限度値が規格値として設定される。目的物質由来不純物のうち、特に凝集体については、免疫原性を増強する懸念があるため、適切な規格設定が必要である。

人為的修飾を施した抗体医薬品では、非修飾抗体や抗体に結合していない修飾物の含量を純度試験として設定することを考慮する必要がある。

製造工程由来不純物の評価のために設定される試験項目としては、宿主細胞由来タンパク質、DNA等がある。不純物含量は、原薬の規格及び試験方法を設定して管理する他、精製工程で許容できるレベル以下に除去することが恒常的に可能であることが示されているものについては、原薬を対象とする試験を設定せず、工程内管理試験の実施により管理する場合がある。また、恒常的かつ高いレベルでの除去が確認された不純物については、原薬の規格及び試験方法又は工程内管理試験のいずれも設定しない場合がある。

3.4.3 力価

結合特性又は機能的特性を評価する生物学的試験を実施し、標準物質との活性の比較から算出された力価について、許容域を設定する。力価は、標準物質との活性の比(%)として表示される場合と、独自に設定した単位を用いて物質質量あたりの単位(例 単位/mg)で表わされる場合がある。結合特性を指標とした力価試験ではELISAが用いられることが多い。

3.4.4 物質質量

原薬中のタンパク質濃度を規定する。紫外可視吸光度測定法等が用いられる。

3.5. 標準物質

新たに開発される抗体医薬品では公的な標準品が存在しないため、承認申請時までには、代表的な製造ロットかつ臨床試験に用いた検体を代表するロットから調製し、適切に特性解析した自家一次標準物質を確立する。生産ロットの試験には、一次標準物質をもとに検定した自家常用標準物質を用いることができる。標準物質については、調製法、規格、保存条件等を定めておく必要がある。

3.6. 製剤

前項 3.3～3.5 に述べた考え方は、製剤の特性解析、規格及び試験方法の設定、標準物質についても適用可能である。抗体医薬品製剤の製法確立では、ICHQ8 ガイドライン「製剤開発に関するガイドライン」(平成 18 年 9 月 1 日付薬食審査発第 0901001 号厚生労働省医薬食品局審査管理課長通知)を参考にできる。

抗体医薬品製剤では、その他のバイオ医薬品製剤と比較してタンパク質が高濃度になることが多いため、凝集体形成への配慮が必要であり、適切な試験法を設定して凝集体の量を管理する。

3.7 その他の考慮点

抗体医薬品は製品間で構造の類似性が高いことから、一つの製造施設で複数の抗体医薬品を製造している場合は、適切な交叉汚染防止策を施すことが重要である。

4. 抗体医薬品開発におけるプラットフォーム技術の利用

製品間で構造の共通性が高い抗体医薬品の製造及び品質評価には、複数の製品に共通して適用可能な技術(プラットフォーム技術)がある。

プラットフォーム技術を製造工程に用いる場合は、構造の類似した抗体医薬品の開発で、CHO 細胞等のように使用実績がある宿主細胞を使用する際に、自社内の使用経験を基に、セル・バンクの試験設定において合理的な対応を行ったり、同様の細胞培養及び精製方法を採用する場合の工程デザインの説明に自社の経験を利用することができるであろう。

プラットフォーム技術を特性解析、規格及び試験方法に用いる場合は、自社での他製品の経験から得られた知識・データを、共通した試験項目の選択や、規格設定しない試験項目の妥当性の説明に利用することが可能かもしれない。

プラットフォーム技術が用いられる場合、論文等の公知情報、又は、自社での抗体医薬品の製法及び評価法確立を通じて蓄積されたデータを利用することにより、開発を合理的に進めることも可能であると考えられる。ただし、論文等の公知情報に関しては、その根拠となっている生データの入手が困難である場合もあると考えられるため、承認申請資料においてはその情報の利用可能性は限定的と考えられる。

補遺 (Appendix)

A.1 培養工程確立のための検討事項

抗体医薬品生産用の種培養の方法の確立に当たって検討する項目の例としては、温度、培地及び添加成分、培養期間、必要に応じて、pH、細胞密度、細胞生存率等があげられる。また、次のステップへの受入れの指標を検討する。

抗体医薬品の生産培養工程の確立に当たって検討する項目の例としては、温度、pH、培地及び添加成分、培養期間、必要に応じて、細胞密度、溶存酸素、浸透圧、細胞生存率等があげられる。また、培養液の回収（ハーベスト）の指標（例 細胞密度、細胞生存率、目的物質の生産量等）を検討する。

A.2 精製工程確立のための検討事項の例

A.2.1 プロテイン A アフィニティークロマトグラフィー

プロテイン A に対する IgG Fc ドメインの親和性を利用して抗体を精製するステップであり、宿主細胞由来タンパク質、DNA、低分子物質等が除去できることが知られている。製造方法の確立に際し、検討が必要と考えられる主なプロセス・パラメータの例は、タンパク質負荷量、溶出液の pH 等である。また、カラムからのプロテイン A の漏出について考慮する必要がある。抗体医薬品ごとに溶出液の pH 等が異なる場合がある。使用するプロテイン A の起原（例 遺伝子組換え）に関する情報を示す必要がある。一般的には、ウイルスクリアランス能のある工程として評価されている。

アフィニティークロマトグラフィーに用いられるリガンドとしてはプロテイン A が汎用されるが、その他に、プロテイン A と同様 IgG の Fc ドメインに親和性を有するプロテイン G や、 κ 鎖に親和性を有するプロテイン L 等が用いられることもある。プロテイン G はプロテイン A への結合性が十分でない抗体の精製に有用であり、プロテイン L は、本ガイドラインの適用対象ではないが、Fc 領域を持たない Fab、F(ab')₂、scFv 等の低分子抗体の精製に有用である。

A.2.2 低 pH 処理

アフィニティークロマトグラフィーと一体化した工程をなす場合が多いが、アフィニティークロマトグラフィーから溶出後にさらに低 pH に一定時間保持することにより、ウイルス不活化を行う場合がある。後者のケースでは、アフィニティークロマトグラフィー工程によるウイルス除去と低 pH 処理によるウイルス不活化を区別可能な場合がある（例 アフィニティークロマトグラフィー工程でのウイルスの物理的除去能を PCR 等で評価し、低 pH 処理工程でのウイルス不活化能を感染性試験で評価する）。主にエンベロープウイルス等を不活化する工程とされている。製造方法の確立に際し、検討が必要と考えられる主なプロセス・パラメータの例は、pH 及び時間である。ウイルス不活化を目的とするため、重要工程となる。

A.2.3 イオン交換クロマトグラフィー

イオン交換クロマトグラフィーは、目的物質と不純物の分離、緩衝液置換等の目的で使用されている。目的物質の等電点とカラムへの目的物質吸着の必要性に応じて、陽イオン又は陰イオン交換樹脂が選択される。目的物質を樹脂に吸着・溶出させて精製する場合（吸着モード）と、不純物を吸着させて目的物質を精製する場合（パススルーモード）がある。製造方法の確立に際し、検討が必要と考えられる主なプロセス・パラメータの例は、タンパク質負荷量、負荷液の pH や導電率である。吸着

モードの場合は溶出液の組成や pH の他、サンプルを採取する画分の選択条件についても検討する。

陽イオン交換クロマトグラフィーでは、凝集体の除去、陰イオン交換クロマトグラフィーでは、宿主細胞由来タンパク質、DNA、プロテイン A、エンドトキシン、混入する可能性のあるウイルスの除去が可能であるとされている。ウイルス除去に関わる工程として評価されることもある。

また、イオン交換クロマトグラフィーの代替として、イオン交換膜が使用されることもある。

A.2.4 その他のクロマトグラフィー

その他、疎水性クロマトグラフィー、ハイドロキシアパタイトクロマトグラフィー等が、抗体医薬品の精製に使用されている。

A.2.5 ウイルス除去フィルターによるろ過

混入する可能性のあるウイルスを除去する工程である。製造方法の確立に際し、検討が必要と考えられる主なプロセス・パラメータの例は、ろ過圧及びろ過量である。必要に応じて、負荷液のタンパク質濃度の影響を検討する。ウイルス除去に関わる工程であるため、重要工程とするべきである。また、フィルターの完全性を確認する。

A.3 特性解析

A.3.1 N 末端及び C 末端アミノ酸、N 末端及び C 末端アミノ酸配列

N 末端アミノ酸配列はエドマン分解法により、また、C 末端アミノ酸配列は酵素等で逐次遊離することにより直接決定できることが知られている。抗体医薬品の H 鎖 N 末端はグルタミンやグルタミン酸残基である場合が多く、それらの一部はピログルタミン酸を形成しているため、エドマン分解法により配列を確認できないことがある。

A.3.2 放射性同位体元素による人為的修飾

目的物質に放射性同位体元素が含まれる場合は、放射性同位体結合前の中間体に関する特性解析を十分に行った上で、放射性同位体結合後にも可能な範囲で特性解析を実施する。

A.4 抗体医薬品の規格及び試験方法に用いられる日本薬局方一般試験法

抗体医薬品原薬又は製剤の規格及び試験方法において参照される日本薬局方一般試験法としては、〈2.01〉液体クロマトグラフィー、〈2.24〉紫外可視吸光度測定法、〈2.47〉浸透圧測定法、〈2.48〉水分測定法、〈2.54〉pH 測定法、〈4.01〉エンドトキシン試験法、〈4.05〉微生物限度試験法、〈4.06〉無菌試験法、〈6.02〉製剤均一性試験法（質量偏差試験）、〈6.05〉注射剤の採取容量試験法、〈6.06〉注射剤の不溶性異物検査法、〈6.07〉注射剤の不溶性微粒子試験法等があげられる。

(参考文献)

○ 関連する ICH ガイドライン

ガイドライン	タイトル
ICHQ2A	分析法バリデーションに関するテキスト (実施項目)
ICHQ2B	分析法バリデーションに関するテキスト (実施方法)
ICHQ5A	ヒト又は動物細胞株を用いて製造されるバイオテクノロジー応用医薬品のウイルス安全性評価
ICHQ5B	組換え DNA 技術を応用したタンパク質生産に用いる細胞中の遺伝子発現構成体の分析
ICHQ5C	生物薬品 (バイオテクノロジー応用製品/生物起源由来製品) の安定性試験
ICHQ5D	生物薬品 (バイオテクノロジー応用医薬品/生物起源由来医薬品) 製造用細胞基剤の由来、調製及び特性解析
ICHQ5E	生物薬品 (バイオテクノロジー応用医薬品/生物起源由来医薬品) の製造工程の変更にもなう同等性/同質性評価
ICHQ6B	生物薬品 (バイオテクノロジー応用医薬品/生物起源由来医薬品) の規格及び試験方法の設定
ICHQ8(R2)	製剤開発に関するガイドラインの改定