

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6725045号
(P6725045)

(45) 発行日 令和2年7月15日 (2020.7.15)

(24) 登録日 令和2年6月29日 (2020.6.29)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 33/531 (2006.01)
 GO 1 N 33/533 (2006.01)
 GO 1 N 33/48 (2006.01)
 GO 1 N 33/53 (2006.01)
 GO 1 N 21/64 (2006.01)

GO 1 N 33/531 B
 GO 1 N 33/533
 GO 1 N 33/48 P
 GO 1 N 33/53 Y
 GO 1 N 21/64 F

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2019-125162 (P2019-125162)
 (22) 出願日 令和1年7月4日 (2019.7.4)
 (62) 分割の表示 特願2016-563709 (P2016-563709)
 の分割
 原出願日 平成27年12月9日 (2015.12.9)
 (65) 公開番号 特開2019-194617 (P2019-194617A)
 (43) 公開日 令和1年11月7日 (2019.11.7)
 審査請求日 令和1年7月4日 (2019.7.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-251979 (P2014-251979)
 (32) 優先日 平成26年12月12日 (2014.12.12)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 110001070
 特許業務法人 S S I N P A T
 (72) 発明者 郷田 秀樹
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
 ニカミノルタ株式会社内
 (72) 発明者 高梨 健作
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
 ニカミノルタ株式会社内
 審査官 海野 佳子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光ナノ粒子用希釈液、これを用いた蛍光免疫染色用キット、蛍光免疫染色用溶液、および蛍光免疫染色法、遺伝子染色法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蛍光ナノ粒子を用いた免疫染色を行う際に使用する、分子量40,000以上のタンパク質を1～5% (W/W) 含有し、かつ分子量40,000未満のタンパク質を1～3% (W/W) 含有し、前記分子量40,000未満のタンパク質がカゼインである、蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 2】

前記分子量40,000以上のタンパク質がBSAである、請求項1に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 3】

前記カゼイン内のκ-カゼイン比率が0～10% (W/W) である、請求項1または2に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 4】

前記カゼインが含有するα-カゼイン：β-カゼインの比率が40：60～60：40 (α-カゼインおよびβ-カゼインの合計量を100とする。) である、請求項1～3のいずれか一項に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 5】

(i) 請求項1～4のいずれか一項に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液、および(ii) 蛍光ナノ粒子を含有する免疫染色用試薬を含む、蛍光免疫染色用キット。

【請求項 6】

10

20

請求項 1～4 のいずれか一項に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液および蛍光ナノ粒子を含有する蛍光免疫染色用溶液。

【請求項 7】

請求項 6 の蛍光免疫染色用溶液を使用した免疫染色工程を含む蛍光免疫染色法。

【請求項 8】

上記免疫染色工程が、

目的生体物質に対して一次抗体を特異的に結合させる 1 次反応処理、

一次抗体に対し、ビオチンが結合した二次抗体を特異的に結合させる 2 次反応処理、

請求項 1～4 のいずれか一項に記載された蛍光ナノ粒子用希釈液により、アビジンが結合した蛍光ナノ粒子を希釈し、該希釈後の溶液でもって 2 次抗体を蛍光標識する処理、
を順に行う工程を含む、請求項 7 に記載の蛍光免疫染色法。

10

【請求項 9】

蛍光ナノ粒子を用いた遺伝子染色法を行う際に使用する、分子量 40,000 以上のタンパク質を 1～5 % (W/W) 含有し、かつ分子量 40,000 未満のタンパク質を 1～3 % (W/W) 含有し、前記分子量 40,000 未満のタンパク質がカゼインである、蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 10】

前記分子量 40,000 以上のタンパク質が BSA である、請求項 9 に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 11】

前記カゼイン内の κ -カゼイン含有比率が 10 % (W/W) 以下である、請求項 9 または 10 に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液。

20

【請求項 12】

前記カゼインが含有する α -カゼイン： β -カゼインの比率が 40：60～60：40 (α -カゼインおよび β -カゼインの合計量を 100 とする。) である、請求項 9～11 のいずれか一項に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液。

【請求項 13】

(i) 請求項 9～12 のいずれか一項に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液、および (ii) 蛍光ナノ粒子を含有する遺伝子染色用試薬を含む、遺伝子染色用キット。

【請求項 14】

請求項 9～12 のいずれか一項に記載の蛍光ナノ粒子用希釈液と、プローブと、該プローブに結合可能または結合した蛍光ナノ粒子と、を含有する遺伝子染色用溶液。

30

【請求項 15】

請求項 14 の遺伝子染色用溶液を使用した遺伝子染色工程を含む遺伝子染色法。

【請求項 16】

上記遺伝子染色工程が、

検出対象の遺伝子に対して、第 1 結合基分子を有するプローブを特異的に結合させる 1 次反応処理、

請求項 9～12 のいずれか一項に記載された蛍光ナノ粒子用希釈液により、第 1 結合基分子と特異的に結合する第 2 結合基分子が結合した蛍光ナノ粒子を希釈し、希釈された溶液でもって、検出対象の遺伝子に特異的に結合したプローブを蛍光標識する 2 次反応処理、

40

を順に行う工程を含む、請求項 15 に記載の遺伝子染色法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蛍光免疫染色法（や遺伝子検出法）で使用する蛍光ナノ粒子の希釈液、これを用いた蛍光免疫染色用キット、蛍光免疫染色用溶液、および蛍光免疫染色法、遺伝子染色法に関する。

【背景技術】

50

【0002】

近年の抗体医薬を中心とした分子標的薬治療の広がりに伴い、分子標的薬をより効率的に使用するための正確な診断法への必要性が高まっている。具体的には、標的となる生体物質の発現量を定量的に評価することにより、患者ごとの分子標的薬の適用可否を効率的に行うことが求められている。例えば、ある薬剤投与の有効性の判定方法として、標的生体物質のタンパク質等の発現を解析する免疫組織化学〔Immunohistochemistry; IHC〕法および、標的生体物質遺伝子等の増幅を解析するFISH〔Fluorescence in situ hybridization〕法が臨床の場で広く用いられている。

【0003】

10

現在は、患部より採取した組織を固定するために脱水し、パラフィンによるブロック化といった処理を行った後2～8ミクロンの厚さの薄片に切り、パラフィンを取り除いた切片（以下「組織切片」ともいう。）に対し、標的とする生体物質を染色し、その顕微鏡観察を行っていることが多い。この顕微鏡画像の中で、細胞の核の大きさや形の変化、組織としてのパターンの変化などの形態学的な情報、染色情報をもとに診断を行っている。画像のデジタル化技術の発達は上述の病理診断に対して、顕微鏡やデジタルカメラなどを用いてデジタルカラー画像として入力された病理画像から、病理医が病理診断を行う際に必要となる情報を抽出および計測して表示する自動化された病理診断支援装置の提案を可能としている。

【0004】

20

従来から組織染色方法として、色素を用いるヘマトキシリン－エオジン〔HE〕染色、酵素を用いたDAB染色法が広くおこなわれてきたが、その染色濃度は温度、時間などの環境条件により大きく左右され、正確な定量測定は困難であるとされている。

【0005】

他方、色素に代わる標識試薬として蛍光ナノ粒子を用いた免疫染色法について、特許文献1に開示されている。蛍光ナノ粒子を用いて免疫染色を行うことで、従来の酵素法では得られない高い精度および定量性のある評価が可能となるが、このような高輝度の蛍光体を用いた場合、1粒子でも検出可能なため、蛍光ナノ粒子の非特異的な結合により、バックグラウンドノイズが生じやすくなる、という問題が生じる。（この問題は、例えば疾病に関する遺伝子（例；HER2遺伝子）を検出する場合にも同様に生じる。）

30

本発明者らは、これまでも蛍光ナノ粒子を用いた定量的な免疫染色法（さらには、遺伝子染色法）における精度をあげるため、特許文献1に記載されているように、ブロックング工程でタンパク質を切片に添加する事などの鋭意工夫を行ってきた。しかし、蛍光ナノ粒子の希釈液の組成については、特に検討してはこなかった。例えば、特許文献2に記載されているように、これまでは、抗体希釈液として広く用いられている1%BSA含有PBSで蛍光ナノ粒子を希釈してきた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-57631公報

40

【特許文献2】特開2006-53031公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上述したような課題を解決するために、蛍光ナノ粒子を用いた免疫染色（または遺伝子染色）を行う際に、蛍光ナノ粒子の非特異的な吸着を抑制してバックグラウンドノイズを抑えることで、より高い精度で目的とする生体物質の検出および定量をおこなうための手段を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意検討した結果、蛍光ナノ粒子を用いた蛍光免疫染色法（または遺伝子染色法）で使用する蛍光ナノ粒子の希釈液の組成に着目し、研究を進めた結果、高分子量（ $M_w \geq 40,000$ ：BSA等）と低分子量（ $M_w < 40,000$ ：カゼイン等）のタンパク質をそれぞれ所定の濃度で含有する溶液に蛍光ナノ粒子を分散させることで、蛍光ナノ粒子の非特異的な吸着を抑制できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0009】

上述した目的を実現するために、本発明の一側面を反映した蛍光ナノ粒子用希釈液は、蛍光ナノ粒子を用いた免疫染色（または遺伝子染色）を行う際に使用する、分子量40,000以上のタンパク質を1～5%（W/W）含有し、かつ分子量40,000未満のタンパク質を1～3%（W/W）含有している。

10

【発明の効果】

【0010】

蛍光免疫染色（または遺伝子染色）において、蛍光粒子を希釈する際に本発明の蛍光ナノ粒子用希釈液を用いることで、検出時にみられるバックグラウンドノイズを低減させることが可能となり、染色画像の評価するにあたって、精度と定量性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について説明するが、本発明はこれらに限定されない。

20

ー 蛍光ナノ粒子用希釈液 ー

本発明の蛍光ナノ粒子用希釈液は、少なくとも、高分子量（ $M_w \geq 40,000$ ）のタンパク質を1～5%（W/W）と低分子量（ $M_w < 40,000$ ）のタンパク質を1～3%（W/W）含有しており、この溶液を用いて蛍光ナノ粒子を分散させることで、免疫染色（または遺伝子染色）を行うための蛍光免疫染色用溶液（または遺伝子染色用溶液）を調製することができる。以下、本発明について、より詳細に説明する。

【0012】

<希釈液>

本発明の蛍光ナノ粒子用希釈液は、少なくとも、高分子量（ $M_w \geq 40,000$ ）のタンパク質を1～5%（W/W）および／または低分子量（ $M_w < 40,000$ ）のタンパク質を1～3%（W/W）含有している。

30

【0013】

高分子量のタンパク質としてはBSA（分子量約66,000）が好ましい。BSAは特にタンパク質を安定化する効果を奏する。高分子量のタンパク質の分子量の上限値は特に限定されるものではないが、通常は400,000である。高分子量のタンパク濃度が1%を下回ると、観察される輝点の数が減少し、シグナルが弱くなる。一方、このタンパク濃度が5%を超えると輝点が凝集しやすくなり、正確なシグナルの評価が困難になる。このような作用効果の点から、高分子量のタンパク質濃度は1.5～3%（W/W）がより好ましい。

40

【0014】

また、低分子量のタンパク質としてはカゼイン（分子量約23,000）が好ましい。カゼインを用いることにより、特にタンパク質が非特異的に吸着する部分をふさぐ効果を奏する。低分子量のタンパク質の分子量の下限値は特に限定されるものではないが、通常は1,000である。低分子量のタンパク濃度が1%を下回ると、バックグラウンドノイズが高くなり、シグナルの定量性が低くなる。一方、このタンパク濃度が3%を超えると、観察される輝点数が減少し、シグナルが弱くなる。このような作用効果の点から、低分子量のタンパク質濃度は1.2～2.4%（W/W）がより好ましい。

【0015】

また、牛乳などに含有される天然カゼインにおいては、 α -カゼイン、 β -カゼイン、 κ

50

-カゼインおよび γ -カゼインの4種類のカゼインが、それぞれ50%、35%、13%、2%の割合で含有されている。それぞれのカゼインは、市販のものを利用することもでき、また種々の分画法により分画することもでき、それらを混合することで所望の配合組成のカゼインを調製することが可能である。

【0016】

ここで本発明に係る蛍光ナノ粒子用希釈液に含有される α -カゼイン： β -カゼインの比率を40：60～60：40（ α -カゼインおよび β -カゼインの合計量を100とする。）に、および／またはカゼイン内の κ -カゼインの含有比率を10%以下に調整することで、観察時におけるバックグラウンドがより抑制され、より定量性のある評価を行うことができる。なお、カゼインは、特に κ -カゼインを中心に、様々なミセル構造を形成

10

【0017】

上記のことから、本発明における蛍光ナノ粒子用希釈液として、具体的には、BSAを1～5%（W/W）、カゼインを1～3%（W/W）含有し、該カゼイン内の κ -カゼイン含有比率が10%（W/W）以下であることが好ましい（特に、 κ -カゼインの比率が0.5～10%（W/W）であることがより好ましい。）。また、 α -カゼイン： β -カゼインの比率が40：60～60：40（ α -カゼインおよび β -カゼインの合計量を100とする。）であるものが特に好ましい。

【0018】

各タンパク質を上記の濃度に調整するには、一般的に、PBSあるいはTBS等の溶媒（緩衝液）が用いられる。すなわち、本発明の蛍光ナノ粒子用希釈液の溶媒として、これらの緩衝液を用いることができる。

20

【0019】

また、蛍光ナノ粒子用希釈液には、Tween 20、Digitonin等の非イオン性界面活性剤が含有されていても良く、またEDTA等のキレート剤が含有されていてもよい。

【0020】

この蛍光ナノ粒子用希釈液を用いて、目的生体物質用の蛍光ナノ粒子を含む免疫染色用試薬を所望の濃度に希釈することで、バックグラウンドノイズが抑制され、定量性の高い

30

【0021】

・キット

さらに本発明においては、蛍光ナノ粒子を用いた免疫染色（または遺伝子染色）を行うためのキットが規定される。このキットは少なくとも、目的生体物質用の蛍光ナノ粒子を含む免疫染色用試薬（または遺伝子染色試薬）および上記蛍光ナノ粒子用希釈液を含む。このキットは更に、必要に応じて、目的生体物質を免疫染色するためのその他の必要な試薬、部材等や、本発明に係る蛍光免疫染色（または遺伝子染色）を実施するための説明書などを含んでいてもよい。

【0022】

・染色用溶液

また、本発明においては、目的生体物質用の免疫染色用試薬を上記蛍光ナノ粒子用希釈液で希釈した蛍光免疫染色用溶液（または遺伝子染色用溶液）が提供される。免疫染色用試薬（または遺伝子染色用試薬）の希釈倍率については、目的生体物質と免疫染色用試薬とのアフィニティーに応じて最適化することができる。

40

【0023】

<目的生体物質>

本発明における目的生体物質は、組織切片に発現している生体物質、特にタンパク質（抗原）（や遺伝子）であって、主に病理診断の観点からの定量ないし検出のために、蛍光標識体を用いた免疫染色の対象とするものを指す。

50

【0024】

目的生体物質は、病理診断など本発明の定量方法の用途を考慮しながら選択すればよく、特に限定されるものではない。典型的な目的生体物質としては、各種の癌組織の細胞膜で発現しており、バイオマーカーとして利用することができる生体物質、たとえば、EGFR (HER1) (Epidermal Growth Factor Receptor: 上皮増殖因子受容体)、HER2 (Human Epidermal Growth Factor Receptor: ヒト上皮増殖因子受容体)、HER3、HER4、VEGFR (Vasular Endothelial Growth Factor Receptor: 血管内皮細胞増殖因子受容体)、IGFR (Insulin-like Growth Factor Receptor: インスリン様増殖因子受容体)、HGR (Hepatocyte Growth Factor Receptor: 肝細胞増殖因子受容体) といった増殖因子の受容体 (レセプター) や、PD-1 (Programmed cell death 1) 10、PD-L1 (Programmed cell death ligand 1) などの免疫系の受容体であるタンパク質が挙げられる。EGFR/HERには、大腸癌などの癌組織において過剰発現しているEGFR/HER1 (ErbB1とも呼ばれる)、乳癌などの癌組織において過剰発現しているEGFR2/HER2 (ErbB2、neuとも呼ばれる)、EGFR3/HER3およびEGFR4/HER4が包含される。VEGFRには、肝臓癌、食道癌などの癌組織における血管内皮細胞において発現が亢進しているVEGFR-1 (Flt-1とも呼ばれる)、VEGFR-2 (Flt-2、KDRとも呼ばれる) およびリンパ管内皮細胞において発現が亢進しているVEGFR-3 (Flt-4とも呼ばれる) が包含される。たとえばHER2は、乳癌に係る病理診断において本発明の定量方法を実施する際の目的生体物質として好適である。 20

【0025】

目的生体物質は、上記に加えて、癌の増殖や分子標的薬の奏効率に関係する遺伝子として、HER2、TOP2A、HER3、EGFR、P53、METなどが挙げられる。さらに、癌関連遺伝子として知られている遺伝子として、以下のものが挙げられる。チロシンキナーゼ関連遺伝子として、ALK、FLT3、AXL、FLT4 (VEGFR3、DDR1、FMS (CSF1R)、DDR2、EGFR (ERBB1)、HER4 (ERBB4)、EML4-ALK、IGF1R、EPHA1、INSR、EPHA2、IRR (INSRR)、EPHA3、KIT、EPHA4、LTK、EPHA5、MER (MERTK)、EPHA6、MET、EPHA7、MUSK、EPHA8、NPM1-ALK、EPHB1、PDGFR α (PDGFRA)、EPHB2、PDGFR β (PDGFRB) 30 EPHB3、RET、EPHB4、RON (MST1R)、FGFR1、ROS (ROS1)、FGFR2、TIE2 (TEK)、FGFR3、TRKA (NTRK1)、FGFR4、TRKB (NTRK2)、FLT1 (VEGFR1)、TRKC (NTRK3) が挙げられる。また、乳がん関連の遺伝子としてATM、BRCA1、BRCA2、BRCA3、CCND1、E-Cadherin、ETV6、FGFR1、HRAS、KRAS、NRAS、NTRK3、p53、PTENが挙げられる。カルチノイド腫瘍に関連する遺伝子として、BCL2、BRD4、CCND1、CDKN1A、CDKN2A、CTNNB1、HES1、MAP2、MEN1、NF1、NOTCH1、NUT、RAF、SDHD、VEGFAが挙げられる。大腸がん関連遺伝子として、APC、MSH6、AXIN2、MYH、BMPR1A、p53、DCC、PMS2、KRAS2 (or Ki-ras) 40、PTEN、MLH1、SMAD4、MSH2、STK11、MSH6が挙げられる。肺がん関連の遺伝子としては、ALK、PTEN、CCND1、RASSF1A、CDKN2A、RB1、EGFR、RET、EML4、ROS1、KRAS2、TP53、MYCが挙げられる。肝臓がん関連の遺伝子としては、Axin1、MALAT1、 β -catenin、p16 INK4A、c-ERBB-2、p53、CTNNB1、RB1、Cyclin D1、SMAD2、EGFR、SMAD4、IGFR2、TCF1、KRASが挙げられる。腎臓がん関連遺伝子として、Alpha、PRCC、ASPSR1、PSF、CLTC、TFE3、p54nrB/NONO、TFEBが挙げられる。甲状腺がん関連遺伝子として、AKAP10、NTRK1、AKAP9、RET、BRAF、TFG、ELE1、TPM3、H4/D10S170、TPRが挙げられる。卵 50

巣がん関連遺伝子として、AKT2、MDM2、BCL2、MYC、BRCA1、NCOA4、CDKN2A、p53、PIK3CA、GATA4、RB、HRAS、RET、KRAS、RNASET2が挙げられる。前立腺がん関連遺伝子として、AR、KLK3、BRCA2、MYC、CDKN1B、NKX3.1、EZH2、p53、GSTP1、PTENが挙げられる。骨腫瘍関連遺伝子として、CDH11、COL12A1、CNBP、OMD、COL1A1、THRAP3、COL4A5、USP6が挙げられる。

【0026】

<抗体>

一次抗体には、前述したような目的生体物質としてのタンパク質を抗原として特異的に認識して結合する抗体(IgG)を用いることができる。たとえば、EGFR(発現タンパク質)を目的生体物質とする場合は抗EGFR抗体を、HER2を目的生体物質とする場合は抗HER2抗体を用いることができる。

10

【0027】

二次抗体には、一次抗体を抗原として特異的に認識して結合する抗体(IgG)を用いることができる。

【0028】

一次抗体および二次抗体はいずれも、ポリクローナル抗体であってもよいが、定量的安定性の観点から、モノクローナル抗体が好ましい。抗体を産生する動物(免疫動物)の種類は特に限定されるものではなく、従来と同様、マウス、ラット、モルモット、ウサギ、ヤギ、ヒツジなどから選択すればよい。

20

【0029】

一次抗体は、特定の生体物質(抗原)を特異的に認識して結合する能力を有するものであれば、天然の全長の抗体でなく、抗体断片または誘導体であってもよい。すなわち、本明細書における「抗体」という用語には、全長の抗体だけでなく、Fab、Fab'₂、Fv、scFvなどの抗体断片およびキメラ抗体(ヒト化抗体等)、多機能抗体などの誘導体が包含される。

【0030】

<蛍光ナノ粒子>

本発明において用いられる蛍光ナノ粒子としては、目的生体物質を1分子ずつ輝点として表すのに十分な強度の蛍光を発することができる「蛍光物質集積ナノ粒子」が好ましい。

30

【0031】

なお、本明細書における「蛍光物質」は、所定の波長の電磁波(X線、紫外線または可視光線)が照射されてそのエネルギーを吸収することで電子が励起し、その励起状態から基底状態に戻る際に余剰のエネルギーを電磁波として放出する、つまり「蛍光」を発する物質であって、二次抗体と直接的、あるいは間接的に結合させることのできるものを指す。また、「蛍光」は広義的な意味を持ち、励起のための電磁波の照射を止めても発光が持続する発光寿命の長い燐光と、発光寿命が短い狭義の蛍光とを包含する。

【0032】

<蛍光物質集積ナノ粒子>

本発明における蛍光物質集積ナノ粒子は、有機物または無機物でできた粒子を母体とし、複数の蛍光物質(たとえば蛍光色素)がその中に内包されているおよび/またはその表面に吸着している構造を有する、ナノサイズの粒子である。この場合、母体(たとえば樹脂)と蛍光物質は、互いに反対の電荷を有する置換基ないし部位を有しており、静電的相互作用が働くものであることが好適である。

40

【0033】

蛍光物質集積ナノ粒子を形作る母体のうち、有機物としては、メラミン樹脂、尿素樹脂、アニリン樹脂、グアナミン樹脂、フェノール樹脂、キシレン樹脂、フラン樹脂など、一般的に熱硬化性樹脂に分類される樹脂;スチレン樹脂、アクリル樹脂、アクリロニトリル樹脂、AS樹脂(アクリロニトリル-スチレン共重合体)、ASA樹脂(アクリロニトリル

50

ルースチレンーアクリル酸メチル共重合体) など、一般的に熱可塑性樹脂に分類される樹脂; ポリ乳酸等のその他の樹脂; 多糖を例示することができ、無機物としてはシリカ、ガラスなどを例示することができる。

【0034】

・半導体集積ナノ粒子

半導体集積ナノ粒子とは、蛍光体としての半導体ナノ粒子が、上記に記載した母体の中に内包されているおよび/またはその表面に吸着している構造を有する。半導体ナノ粒子を構成する素材は特に限定されるものではなく、たとえば、II-VI族化合物、III-V族化合物、またはIV族元素を含有するもの、たとえば、CdSe、CdS、CdTe、ZnSe、ZnS、ZnTe、InP、InN、InAs、InGaP、GaP、GaAs、Si、Geなどが挙げられる。また、半導体が母体に内包されている場合、母体内部に分散されていればよく、母体自体と化学的に結合していても、していなくてもよい。

10

【0035】

・蛍光色素集積ナノ粒子

蛍光色素集積ナノ粒子とは、蛍光色素が、上記に記載した母体の中に内包されている、および/またはその表面に吸着している構造を有する。蛍光色素は特に限定されるものではなく、たとえば、ローダミン系色素分子、スクアリリウム系色素分子、シアニン系色素分子、芳香環系色素分子、オキサジン系色素分子、カルボピロニン系色素分子、ピロメセン系色素分子などを例示することができる。あるいは、Alexa Fluor (登録商標、インビトロジェン社製) 系色素分子、BODIPY (登録商標、インビトロジェン社製) 系色素分子、Cy (登録商標、GEヘルスケア社製) 系色素分子、DY系色素分子 (登録商標、DYOMICS社製)、Hilyte (登録商標、アナスペック社製) 系色素分子、DyLight (登録商標、サーモサイエンティフィック社製) 系色素分子、ATTO (登録商標、ATTOTEC社製) 系色素分子、MFP (登録商標、Mobic社製) 系色素分子などを用いることができる。なお、このような色素分子の総称は、化合物中の主要な構造 (骨格) または登録商標に基づき命名されており、それぞれに属する蛍光色素の範囲は当業者であれば過度の試行錯誤を要することなく適切に把握できるものである。また、蛍光色素が母体に内包されている場合、蛍光色素は母体内部に分散されていればよく、母体自体と化学的に結合していても、していなくてもよい。

20

30

【0036】

蛍光物質集積ナノ粒子は、公知の方法 (たとえば特開2013-57937号公報参照) に従って作製することができる。より具体的には、たとえば、シリカを母体とし、その中に蛍光物質が内包されている蛍光物質内包シリカ粒子は、無機半導体ナノ粒子、有機蛍光色素などの蛍光物質と、テトラエトキシシランのようなシリカ前駆体とが溶解している溶液を、エタノールおよびアンモニアが溶解している溶液に滴下し、シリカ前駆体を加水分解することにより作製することができる。一方、樹脂を母体とし、蛍光物質を樹脂粒子の表面に吸着させるか、樹脂粒子中に内包させるかした蛍光物質内包樹脂粒子は、それらの樹脂の溶液ないし微粒子の分散液を先に用意しておき、そこに無機半導体ナノ粒子、有機蛍光色素などの蛍光物質を添加して攪拌することにより作製することができる。あるいは、樹脂原料の溶液に蛍光色素を添加した後、重合反応を進行させることにより、蛍光物質内包樹脂粒子を作製することもできる。たとえば、母体となる樹脂としてメラミン樹脂のような熱硬化性樹脂を用いる場合、その樹脂の原料 (モノマーまたはオリゴマーないしプレポリマー、たとえばメラミンとホルムアルデヒドの縮合物であるメチロールメラミン) と、有機蛍光色素と、好ましくはさらに界面活性剤および重合反応促進剤 (酸など) とを含有する反応混合物を加熱し、乳化重合法によって重合反応を進行させることにより、有機蛍光色素内包樹脂粒子を作製することができる。また、母体となる樹脂としてスチレン系共重合体のような熱可塑性樹脂を用いる場合、その樹脂の原料と、有機蛍光色素と (樹脂の原料モノマーとして、あらかじめ有機蛍光色素を共有結合などで結合させたモノマーを用いるようにしてもよい)、重合開始剤 (過酸化ベンゾイル、アゾビスイソブチロニ

40

50

トリルなど)を含有する反応混合物を加熱し、ラジカル重合法またはイオン重合法によって重合反応を進行させることにより、有機蛍光色素内包樹脂粒子を作製することができる。

【0037】

蛍光物質集積ナノ粒子に内包させる蛍光物質としては、上述したような半導体ナノ粒子、蛍光色素のほか、たとえば、 Y_2O_3 、 Zn_2SiO_4 等を母体とし、 Mn^{2+} 、 Eu^{3+} 等を賦活剤とする「長残光蛍光体」を挙げることができる。

【0038】

蛍光物質集積ナノ粒子(特に上記のような製造方法によって得られる蛍光色素を内包した樹脂粒子)の平均粒径は、病理標本の免疫染色(または遺伝子染色)に適した粒径であれば特に限定されないが、輝点としての検出のしやすさなどを考慮すると、通常は10～500nm、好ましくは50～200nmである。また、粒径のばらつきを示す変動係数は、通常は20%以下であり、好ましくは5～15%である。このような条件を満たす蛍光物質集積ナノ粒子は、製造条件を調整することにより製造することができる。たとえば、乳化重合法により蛍光物質集積ナノ粒子を作製する場合は、添加する界面活性剤の量によって粒径を調節することができ、一般的に、蛍光物質集積ナノ粒子の母体原料の量に対する界面活性剤の量が相対的に多ければ粒径は小さくなり、その量が相対的に少なければ粒径は大きくなる傾向にある。

【0039】

なお、蛍光物質集積ナノ粒子の粒径は、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて電子顕微鏡写真を撮影して蛍光物質集積ナノ粒子の断面積を計測し、その断面形状を円と仮定したときに、その断面積に相当する円の直径として算出することができる。複数の蛍光物質集積ナノ粒子からなる集団の平均粒径および変動係数は、十分な数(たとえば1000個)の蛍光物質集積ナノ粒子について上記のようにして粒径を算出した後、平均粒径はその算術平均として算出され、変動係数は式： $100 \times \text{粒径の標準偏差} / \text{平均粒径}$ 、により算出される。

【0040】

<免疫染色剤の構成>

目的生体物質を蛍光標識するための免疫染色剤に含まれる蛍光ナノ粒子としては、前述したように「蛍光物質集積ナノ粒子」が好ましい。免疫染色剤は、蛍光標識の効率を向上させて蛍光の劣化につながる時間経過をなるべく抑えるために、一次抗体および蛍光体が間接的に、つまり抗原抗体反応やアビジン・ビオチン反応などを利用した、共有結合以外の結合によって連結される複合体を用いることが好ましい。

【0041】

プローブおよび蛍光ナノ粒子が間接的に連結される免疫染色剤の一例として、[目的生体物質に対する一次抗体]…[一次抗体に対する抗体(二次抗体)]～[蛍光ナノ粒子(蛍光物質集積ナノ粒子)]が挙げられる。ここで、“…”は抗原抗体反応により結合していることを表し、“～”が示す結合の態様としては特に限定されず、例えば、共有結合、イオン結合、水素結合、配位結合、物理吸着または化学吸着等が挙げられ、必要に応じてリンカー分子を介していてもよい。例えば、無機物と有機物とを結合させるために広く用いられている化合物であるシランカップリング剤を用いることができる。このシランカップリング剤は、分子の一端に加水分解でシラノール基を与えるアルコキシシリル基を有し、他端に、カルボキシル基、アミノ基、エポキシ基、アルデヒド基などの官能基を有する化合物であり、上記シラノール基の酸素原子を介して無機物と結合する。具体的には、メルカプトプロピルトリエトキシシラン、グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、アミノプロピルトリエトキシシラン、ポリエチレングリコール鎖を有するシランカップリング剤(例えば、Gelbst社製PEG-silane no. SIM6492.7)等が挙げられる。シランカップリング剤を用いる場合、2種以上を併用してもよい。

【0042】

蛍光物質を内包したナノ粒子とシランカップリング剤との反応手順は、公知の手法を用

10

20

30

40

50

いることができる。例えば、得られた蛍光物質を内包したシリカナノ粒子を純水中に分散させ、アミノプロピルトリエトキシシランを添加し、室温で12時間反応させる。反応終了後、遠心分離またはろ過により表面がアミノプロピル基で修飾された蛍光物質を内包したシリカナノ粒子を得ることができる。続いてアミノ基と抗体中のカルボキシル基とを反応させることで、アミド結合を介し抗体を、蛍光物質を内包したシリカナノ粒子と結合させることができる。必要に応じて、EDC〔1-Ethyl-3-〔3-Dimethylaminopropyl〕carbodiimide Hydrochloride; Pierce社製〕のような縮合剤を用いることもできる。

【0043】

必要により有機分子修飾された蛍光物質を内包したシリカナノ粒子と直接結合しうる部位と、分子標的物質と結合し得る部位とを有するリンカー化合物を用いることができる。具体例として、アミノ基に選択的に反応する部位とメルカプト基に選択的に反応する部位との両方を有するsulfo-SMCC〔Sulfosuccinimidy-4-〔N-maleimidomethyl〕cyclohexane-1-carboxylate; Pierce社製〕を用いると、アミノプロピルトリエトキシシランで修飾した蛍光物質を内包したシリカナノ粒子のアミノ基と、抗体中のメルカプト基とを結合させることで、抗体が結合した蛍光物質を内包したシリカナノ粒子が得られる。

【0044】

蛍光物質を内包したポリスチレンナノ粒子に生体物質認識部位（生体物質を特異的に認識可能な部位、例；ビオチン、アビジン、抗体等）を結合させる場合、蛍光物質が蛍光色素の場合であっても、半導体ナノ粒子の場合であっても、同様の手順を適用することができる。すなわち、アミノ基など官能基を有するポリスチレンナノ粒子に半導体ナノ粒子または蛍光有機色素を含浸することにより、官能基を有する蛍光物質内包ポリスチレンナノ粒子を得ることができ、以降EDCまたはsulfo-SMCCを用いることで、抗体が結合した蛍光物質内包ポリスチレンナノ粒子ができる。

【0045】

プローブおよび蛍光体が間接的に連結される免疫染色剤の他の一例として、〔目的生体物質に対する一次抗体〕…〔一次抗体に対する抗体（二次抗体）〕－〔ビオチン〕／〔アビジン〕－〔蛍光体（蛍光ナノ粒子）〕（ここで、"…"は抗原抗体反応により結合していることを表し、"－"は必要に応じてリンカー分子を介していてもよい共有結合により結合していることを表し、"／"はアビジン・ビオチン反応により結合していることを表す。）という様式によって連結される、3つの分子からなる複合体が挙げられる。

【0046】

二次抗体－ビオチン結合体（ビオチン修飾二次抗体）は、所望の抗体（タンパク質）にビオチンを結合させることのできる公知の手法に基づいて、たとえば市販されているビオチン標識試薬（キット）を利用して作製することができる。また、あらかじめ所望の抗体にビオチンが結合されているビオチン修飾二次抗体自体が市販されていれば、それを利用してもよい。

【0047】

蛍光ナノ粒子－アビジン結合体（アビジン修飾蛍光体）も、蛍光体にアビジンを結合させることのできる公知の手法に基づいて、たとえば市販されているアビジン標識試薬（キット）を利用して作製することができる。この場合のアビジンは、ビオチンとの間でアビジンよりも高い結合力が働く、ストレプトアビジンやニュートラアビジンなどの改良型であってもよい。

【0048】

蛍光体－アビジン結合体の作製方法の具体例を挙げれば次の通りである。

【0049】

蛍光ナノ粒子が樹脂を母体とする蛍光物質集積ナノ粒子である場合、その樹脂が有する官能基と、アビジン（タンパク質）が有する官能基とを、必要に応じて分子の両末端に官能基を有するPEG等のリンカー分子を介することにより、結合させることができる。

10

20

30

40

50

【0050】

たとえば、メラミン樹脂であればアミノ基等の官能基を利用することができるし、アクリル樹脂、スチレン樹脂等であれば、側鎖に官能基（たとえばエポキシ基）を有するモノマーを共重合させることにより、その官能基自体またはその官能基から変換された官能基（たとえばアンモニア水を反応させることにより生成するアミノ基）を利用することができるし、さらにはそれらの官能基を利用して別の官能基を導入することもできる。また、蛍光ナノ粒子がシリカを母体とする蛍光物質集積ナノ粒子または無機半導体ナノ粒子である場合、シランカップリング剤で表面修飾することにより所望の官能基を導入することができ、たとえばアミノプロピルトリメトキシシランを用いればアミノ基を導入することができる。

10

【0051】

一方、アビジンに対しては、たとえばN-スクシンイミジルS-アセチルチオアセテート（SATA）をアビジンのアミノ基と反応させることにより、チオール基を導入することができる。

【0052】

そして、アミノ基との反応性を有するN-ヒドロキシスクシンイミド（NHS）エステルおよびチオール基との反応性を有するマレイミド基をポリエチレングリコール（PEG）鎖の両端に有するクロスリンカー試薬を利用することにより、アミノ基を有する蛍光体と、チオール基が導入されたアビジンとを連結することができる。

20

【0053】

二次抗体～蛍光ナノ粒子結合体は、所望の抗体（タンパク質）に所望の蛍光色素を結合させることのできる公知の手法に基づいて、たとえば市販されている蛍光標識試薬（キット）を利用して作製することができる。また、あらかじめ所望の抗体に所望の蛍光ナノ粒子が結合されている二次抗体～蛍光ナノ粒子結合体自体が市販されていれば、それを利用してもよい。

【0054】

— 組織切片の染色方法 —
（免疫染色方法）

以下、本発明で用いる染色方法の一例について説明する。この染色方法が適用できる組織切片（本明細書において、単に「切片」ともいい、例えば病理切片等の切片も包含する用語として用いる。）の作製法は特に限定されず、公知の手順により作製されたものを用いることができる。

30

【0055】

（1．標本作製工程）

（1-1．脱パラフィン処理）

キシレンを入れた容器に、切片を浸漬させ、パラフィン除去する。温度は特に限定されるものではないが、室温で行うことができる。浸漬時間は、3分以上30分以下であることが好ましい。また必要により浸漬途中でキシレンを交換してもよい。

【0056】

次いでエタノールを入れた容器に切片を浸漬させ、キシレン除去する。温度は特に限定されるものではないが、室温で行うことができる。浸漬時間は、3分以上30分以下であることが好ましい。また必要により浸漬途中でエタノールを交換してもよい。

40

【0057】

水を入れた容器に、切片を浸漬させ、エタノール除去する。温度は特に限定されるものではないが、室温で行うことができる。浸漬時間は、3分以上30分以下であることが好ましい。また必要により浸漬途中で水を交換してもよい。

【0058】

（1-2．賦活化処理）

公知の方法に倣い、目的とする生体物質の賦活化処理を行う。賦活化条件に特に定めはないが、賦活液としては、0.01Mのクエン酸緩衝液（pH6.0）、1mMのEDT

50

A溶液（pH 8.0）、5%尿素、0.1Mのトリス塩酸緩衝液などを用いることができる。加熱機器はオートクレーブ、マイクロウェーブ、圧力鍋、ウォーターバスなどを用いることができる。温度は特に限定されるものではないが、室温で行うことができる。温度は50～130℃、時間は5～30分で行うことができる。

【0059】

次いでPBSを入れた容器に、賦活化処理後の切片を浸漬させ、洗浄を行う。温度は特に限定されるものではないが、室温で行うことができる。浸漬時間は、3分以上30分以下であることが好ましい。また必要により浸漬途中でPBSを交換してもよい。

【0060】

（2. 免疫染色工程）

免疫染色工程では、生体物質を染色するために、目的生体物質に直接的または間接的に結合しうる部位を有する蛍光ナノ粒子を本発明における蛍光ナノ粒子用希釈液に分散させ、組織切片に載せ、目的とする生体物質との反応を行う。免疫染色工程に用いる蛍光免疫染色用溶液ないしそれを調製するための蛍光ナノ粒子用希釈液およびその他の成分については前述した通りであり、この工程の前にあらかじめ調製しておけばよい。

【0061】

たとえば、免疫染色剤が、[一次抗体（プローブ）]…[二次抗体]—[ビオチン]/[アビジン]—[蛍光物質内包ナノ粒子（蛍光体）]（"…"は抗原抗体反応により結合していることを表し、"—"は必要に応じてリンカー分子を介していてもよい共有結合により結合していることを表し、"/"はアビジン・ビオチン反応により結合していることを表す。）という複合体である場合、最初に一次抗体の溶液に病理標本を浸漬する処理（1次反応処理）、次に二次抗体—ビオチン結合体の溶液に病理標本を浸漬する処理（2次反応処理）、最後に本発明に係る蛍光ナノ粒子用希釈液に分散させたアビジン—蛍光物質内包ナノ粒子の溶液（蛍光免疫染色用溶液）に病理標本である組織切片を浸漬する処理（蛍光標識処理）を行えばよい。

【0062】

免疫染色工程を行う上での条件、たとえば1次反応処理、2次反応処理および蛍光標識処理それぞれにおける、所定の溶液（試薬）に病理標本である組織切片を浸漬する際の温度および浸漬時間は、従来の免疫染色法に準じて、適切なシグナルが得られるよう適宜調整することができる。

【0063】

温度は特に限定されるものではないが、室温で行うことができる。反応時間は、30分以上24時間以下であることが好ましい。

【0064】

上述したような1次反応処理を行う前に、BSA含有PBSなど公知のブロッキング剤やTween 20などの界面活性剤を滴下することが好ましい。本発明では、このような1次反応処理前にブロッキング剤を添加する処理（ブロッキング処理）を行った場合であってもなお、蛍光標識処理で用いる蛍光免疫染色用溶液（ないしその調製に用いる蛍光ナノ粒子用希釈液）に所定の2種類のタンパク質を所定の量で配合することにより、バックグラウンドノイズの低減等の本発明の作用効果を発揮することができる。

【0065】

（3. 標本後処理工程）

免疫染色工程を終えた病理標本は、観察に適したものとなるよう、固定化・脱水、透徹、封入などの処理を行うことが好ましい。

【0066】

固定化・脱水処理は、病理標本を固定処理液（ホルマリン、パラホルムアルデヒド、グルタルアルデヒド、アセトン、エタノール、メタノール等の架橋剤）に浸漬すればよい。透徹は、固定化・脱水処理を終えた病理標本を透徹液（キシレン等）に浸漬すればよい。封入処理は、透徹処理を終えた病理標本を封入液に浸漬すればよい。これらの処理を行う上での条件、たとえば病理標本を所定の処理液に浸漬する際の温度および浸漬時間は、

10

20

30

40

50

従来の免疫染色法に準じて、適切なシグナルが得られるよう適宜調整することができる。

【0067】

(4. 任意工程)

本発明では、もしも必要であれば、明視野において細胞、組織、臓器等の形態を観察することができるようにするための、形態観察染色工程を含めることができる。形態観察染色工程は、常法に従って行うことができる。組織標本の形態観察に関しては、細胞質・間質・各種線維・赤血球・角化細胞が赤～濃赤色に染色される、エオジンを用いた染色が標準的に用いられている。また、細胞核・石灰部・軟骨組織・細菌・粘液が青藍色～淡青色に染色される、ヘマトキシリンを用いた染色も標準的に用いられている（これら2つの染色を同時に行う方法はヘマトキシリン・エオジン染色（H E 染色）として知られている）。形態観察染色工程を含める場合は、免疫染色工程の後に行うようにしてもよいし、免疫染色工程の前に行うようにしてもよい。

10

【0068】

(5. 評価工程)

(5-1. 観察・撮影)

観察・撮影工程では、所望の倍率における顕微鏡の同一視野において、免疫染色工程に用いられた目的生体物質を蛍光標識している蛍光体に対応した励起光に対応した励起光それぞれを病理標本に照射し、それらの蛍光体から発せられた蛍光による免疫染色像それぞれを観察・撮影する。これらの励起光の照射は、たとえば、蛍光顕微鏡が備えるレーザー光源と、必要に応じて所定の波長を選択的に透過させる励起光用光学フィルターを用いることで照射することができる。免疫染色像の撮影は、たとえば、蛍光顕微鏡が備えるデジタルカメラによって行うことができる。免疫染色像の撮影の際には、必要に応じて所定の波長を選択的に透過させる蛍光用光学フィルターを用いることで、目的とする蛍光のみを含み、目的としない蛍光やノイズとなる励起光およびその他の光を排除した免疫染色像を撮影することができる。

20

【0069】

(5-2. 画像処理・シグナル計測)

画像処理・計測工程では、目的生体物質に関して撮影された免疫染色像について、画像処理に基づき、目的生体物質に対応する蛍光標識シグナルに対応する蛍光標識シグナルを計測し、細胞膜の領域内にある前記目的生体物質に対応する蛍光標識シグナルを特定する。

30

【0070】

蛍光標識シグナルは、蛍光の輝点数として扱うことが好ましい。

【0071】

画像処理に用いることができるソフトウェアとしては、たとえば「Image J」（オープンソース）が挙げられる。このような画像処理ソフトウェアを利用することにより、免疫染色像から、所定の波長（色）の輝点を抽出してその輝度の総和を算出したり、所定の輝度以上の輝点の数を計測したりする処理、特に、を上述した実施形態を行うための処理を半自動的に、迅速に行うことができる。

40

【0072】

また、輝点は蛍光ナノ粒子1個に由来するので、大きさが一定であり顕微鏡観察で認識できる。大きさが一定値（例；観測される蛍光ナノ粒子の平均値）より大きなシグナルは凝集輝点と判断する。この輝点と凝集輝点は、ソフトウェアを用いて半自動的に迅速に区別することができる。

【0073】

(遺伝子染色法)

上述した免疫染色法以外にも蛍光ナノ粒子を用いて遺伝子の特異的に染色する方法（例；FISH法）にも、本発明を適用することができる。すなわち、本発明に係る遺伝子染色法は、前述した蛍光ナノ粒子用希釈液と、プローブと、該プローブに結合可能または結合した蛍光ナノ粒子と、を含有する遺伝子染色用溶液を用いて遺伝子を染色する方法であ

50

る。

【0074】

(プローブ)

プローブは、例えば、疾病（癌等）で特異的に発現する生体分子をコードした遺伝子と特異的に結合する核酸のプローブであり、例えば、前述した目的生体物質をコードする遺伝子である。

【0075】

プローブは、上述したように特定の疾患に関連する、染色体上の特定領域の一部または全部を含む配列（プローブ配列）を有する核酸分子である。核酸にはDNA、RNA（mRNA、tRNA、miRNA、siRNA、non-coding-RNAなど）等の天然に存在する核酸やPNA、LNA（又はBNA: Bridged Nucleic Acid）等の人工核酸が含まれる。したがって、核酸分子は、染色体上の核酸配列と相補鎖を形成できるものであれば制限がない。核酸分子は、天然の核酸、人工核酸、または天然の核酸と人工の核酸とが連結した核酸の分子であってもよい。

【0076】

(プローブの調製)

目的遺伝子に対するプローブは、公知の方法にしたがって作製することが可能であり、市販品として入手することもできる。プローブの塩基長、塩基配列、GC含量は、ハイブリダイゼーションさせる際の条件を考慮し、適切なストリンジェンシーを有するものとなるよう調製することができる

(プローブと蛍光ナノ粒子との結合)

プローブと蛍光ナノ粒子との結合は、遺伝子染色法（例；FISH）に支障がなければ特に制限なく、様々な結合とすることができる。このプローブと蛍光ナノ粒子の結合は、プローブに蛍光ナノ粒子を直接結合する方法、または生体分子同士の結合を介して間接的に結合する方法のいずれでもよい。

【0077】

<直接結合法>

直接結合する方法の例としては、例えば、核酸分子の5'末端のリボースC5位に結合したリン酸の水酸基または核酸分子の3'末端のリボースのC1位に結合した水酸基を公知のチオール基導入試薬によりチオール基（SH基）に置換し、マレイミドで標識された蛍光ナノ粒子を反応させて、両者を結合する方法が挙げられる。ベクターラボラトリーズ社製「5' End Tag（出願商標）Nucleic Acid Labeling System」や「3' End Tag DNA Labeling System」のキットを用いて好適に行うことができる。

【0078】

別法としては、マレイミド基修飾された蛍光ナノ粒子とThio11-dUTP溶液とを反応させ、dUTPが結合した蛍光ナノ粒子を得た後、ニックトランスレーション法で核酸分子に取り込ませることで、核酸分子に蛍光体集積ナノ粒子を直接結合させることができる。

【0079】

<間接結合法>

間接的に結合する方法は、生体分子（第1、2の結合基分子）同士の特異的な結合を介してプローブと蛍光ナノ粒子とを結合させる方法である。生体分子同士の結合として、例えば第1、2の生体分子の組合せとして、アビジン-ビオチンの結合系、ハプテン-抗ハプテン等が挙げられる。

【0080】

第1結合基分子（ビオチン等）で標識されたDNAの調製方法としては、核酸分子の特定の塩基（例えばチミン（T））を第1の生体分子（ビオチン等）で標識されたヌクレオチド（例えばBio16-dUTP）にニックトランスレーションにより置換し、このプローブのビオチンに対して、（ストレプト）アビジンを有する蛍光ナノ粒子を結合

させる方法を例示できる。

【0081】

一方、第2の結合基分子（ストレプトアビジン等）で修飾した蛍光ナノ粒子の調製は、例えば、以下のようにして行うことができる。蛍光ナノ粒子と第2結合基分子とにそれぞれ官能基を導入する試薬により官能基を導入し、官能基同士の結合を介して第2の生体分子と蛍光ナノ粒子とを結合させる方法である。このとき、官能基同士の間にリンカーを介在させてもよい。官能基の組み合わせの例としては、NHSEステル基-アミノ基、チオール基-マレイミド基の組み合わせ等を例示することができる。リンカーとしては、EMCS（N-[エプシロン-Maleimidocaproyloxy]succinimide ester）（旧サーモサイエンティフィック社製）等のリンカーを例示することができる。

10

【0082】

（遺伝子染色）

遺伝子染色を行う場合、（i）プローブと蛍光ナノ粒子とを染色する前に結合させてコンジュゲートを作成し、当該コンジュゲートを用いて検出対象の遺伝子を染色する方法（直接法）、または、（ii）第1結合基分子（ビオチン等）で修飾されたプローブを検出対象の遺伝子（HER2遺伝子等）にハイブリダイズ（特異的に結合）させた後に（1次反応処理後に）、第2結合基分子（アビジン等）で修飾された蛍光ナノ粒子を当該プローブに特異的に動的に結合させる（2次反応処理する）方法（間接法）がある。

20

【0083】

（FISH法）

FISH法は、上述したような各種の手法のそれぞれにとって標準的な手順および処理条件に従って行えばよい。一般的には、組織切片を載置した検体スライドをFISH法に応じた1種類または2種類以上の試薬に、適切な温度および時間条件の下、浸漬すればよい。本発明に係るFISHの実施に必要な各種の試薬は、公知の方法にしたがって作製することが可能であり、市販品として入手することもできる。

【0084】

FISH法における標本前処理として、脱パラフィン処理、FISH用前処理、酵素（プロテアーゼ）処理、固定処理などが行われる。染色処理としては、FISH法に基づく染色を行う処理（FISH染色処理）、すなわちDNA変性処理、ハイブリダイゼーション処理、ポストハイブリダイゼーション処理などと、通常はさらに核染色処理（例えばDAPIによるもの）が行われる。標本後処理として、溶媒置換処理、充填処理（封入剤を用いた封入処理）、保護処理、必要に応じて溶媒置換処理の前に行われる洗浄処理および脱水処理が行われる。

30

【0085】

本発明に係る作用・効果について以下説明する。

（1）蛍光ナノ粒子を用いた免疫染色を行う際に使用する蛍光ナノ粒子用希釈液が、分子量40,000以上のタンパク質を1～5%（W/W）含有し、かつ分子量40,000未満のタンパク質を1～3%（W/W）含有している蛍光ナノ粒子用希釈液であれば、蛍光免疫染色において、蛍光粒子を希釈する際に本発明の蛍光ナノ粒子用希釈液を用いることで、蛍光ナノ粒子の非特異的吸着が抑制され、検出時にみられるバックグラウンドノイズを低減させることが可能となり、染色画像の評価するにあたって、精度と定量性の向上を図ることができる。

40

（2）前記分子量40,000以上のタンパク質がBSAであれば、特に上記希釈をした際にBSA以外のタンパク質を安定化する効果を奏する観点から好ましい。

（3）前記分子量40,000未満のタンパク質がカゼインであれば、タンパク質が非特異的に吸着する部分（抗原周辺の切片部位等）に付着した分子量40,000以上のタンパク質同士の隙間を埋める（塞ぐ）効果を好適に得ることができる。カゼインは、水に溶けない油性成分（疎水性成分hydrophobic）がカゼイン分子の外側に配位しており、カゼイン分子同士が集まりやすい性質があるため、上記隙間の形状・大きさに応じてカゼイン分子

50

同士が集まって隙間を埋めるため、非特異的吸着を好適に抑制することができる。

【0086】

(4、5) 前記カゼイン内の κ -カゼインの比率が0～10% (W/W) の範囲、あるいは、 α -カゼイン： β -カゼインの比率が40：60～60：40 (α -カゼインおよび β -カゼインの合計量を100とする。) であれば、免疫染色工程後に行う観察・撮影工程および画像処理・計測工程において、バックグラウンドがより抑制され、より定量性のある評価を行うことができる。

(6) (i) 上記(1)～(5)のいずれかの蛍光ナノ粒子用希釈液、および(ii) 蛍光ナノ粒子を含有する免疫染色用試薬を含む蛍光免疫染色用キットであれば、免疫染色前に上記蛍光ナノ粒子用希釈液と免疫染色用試薬を混合して蛍光免疫染色に用いるだけで、上述した非特異的吸着を抑制する効果を比較的簡便に得ることができる。

10

(7) (1)～(5)のいずれかに記載の蛍光ナノ粒子用希釈液および蛍光ナノ粒子を含有する蛍光免疫染色用溶液であれば、該溶液を貯留する容器や該溶液を吸排するピペットチップの内表面に対する蛍光ナノ粒子の非特異的吸着を抑制する効果が得られるので、免疫染色工程の前に蛍光ナノ粒子が不必要に浪費されることがない。

【0087】

(8) 前記蛍光免疫染色用溶液を使用した免疫染色工程を含む蛍光免疫染色法であれば、容器やピペットチップ等に対しても非特異的な吸着を好適に抑制することができるので、その分、蛍光シグナルが増加する。

(9) 上記免疫染色工程が、目的生体物質に対して一次抗体を特異的に結合させる1次反応処理、一次抗体に対し、ビオチンが結合した二次抗体を特異的に結合させる2次反応処理、請求項1～5に記載された蛍光ナノ粒子用希釈液により、アビジンが結合した蛍光ナノ粒子を希釈し、該希釈後の溶液でもって2次抗体を蛍光標識する処理、を順に行う工程を含む蛍光免疫染色法であれば、蛍光ナノ粒子の非特異的吸着が抑制されること以外にも、蛍光ナノ粒子に結合したアビジンの非特異的吸着も抑制される結果、アビジン-ビオチンの結合系を利用した蛍光標識処理を好適に行うことができる。

20

(10) 蛍光ナノ粒子を用いたFISH法を行う際に使用する、分子量40,000以上のタンパク質を1～5% (W/W) 含有し、かつ分子量40,000未満のタンパク質を1～3% (W/W) 含有している蛍光ナノ粒子用希釈液であれば、遺伝子検出を行う場合にも蛍光ナノ粒子の非特異的吸着を抑制して、ノイズ低減や検出シグナルが強まる。

30

【0088】

(11) 前記分子量40,000以上のタンパク質がBSAであれば、上記(2)で説明した効果が遺伝子検出においても得られる。

(12) 前記分子量40,000未満のタンパク質がカゼインであれば、上記(3)で説明した効果が遺伝子検出においても得られる。

(13, 14) 前記カゼイン内の κ -カゼイン含有比率が10% (W/W) 以下であれば、あるいは、 α -カゼイン： β -カゼインの比率が40：60～60：40 (α -カゼインおよび β -カゼインの合計量を100とする。) であれば、上記(4, 5)で説明した効果が遺伝子検出においても得られる。

【0089】

40

(15) (i) 上記(10)～(14)のいずれかに記載の蛍光ナノ粒子用希釈液、および(ii) 蛍光ナノ粒子を含有する遺伝子染色用試薬を含む、遺伝子染色用キットであれば、上記(6)で説明した効果が遺伝子検出においても得られる。

(16) 上記(10)～(14)のいずれかに記載の蛍光ナノ粒子用希釈液および蛍光ナノ粒子を含有する遺伝子染色用溶液であれば、上記(7)で説明した効果が遺伝子検出においても得られる。

(17) 前記遺伝子染色用溶液を使用した遺伝子染色工程を含む遺伝子染色法であれば、上記(8)で説明した効果(蛍光シグナル以外にもアイソトープのシグナルについても同様の効果)が得られる。

(18) 上記遺伝子染色工程が、

50

検出対象の遺伝子に対して、第1結合基分子を有するプローブを特異的に結合させる1次反応処理、

上記(10)～(14)に記載された蛍光ナノ粒子用希釈液により、第1結合基分子と特異的に結合する第2結合基分子が結合した蛍光ナノ粒子を希釈し、希釈された溶液でもって、検出対象の遺伝子に特異的に結合したプローブを蛍光標識する2次反応処理、を順に行う工程を含む遺伝子染色法であれば、蛍光ナノ粒子に結合した第2結合基分子の非特異的吸着に起因した蛍光ナノ粒子の非特異的吸着を好適に抑制することができる。

【0090】

特に、第2結合基分子(アビジン等)で標識された蛍光ナノ粒子を用いることから、例えば、エッペンドルフチューブ等のチューブに蛍光ナノ粒子の溶液を使用するまで保管し

10

【0091】

さらに、本発明によれば、蛍光ナノ粒子をプローブに連結させる場面で、蛍光ナノ粒子が組織切片に非特異的吸着することが抑制されるので、目的遺伝子の検出する際のノイズの低減や(蛍光)シグナルの増強がなされる。

【実施例】

【0092】

〔作製例1〕 ビオチン修飾抗ウサギIgG抗体の作製

20

50mMTri s溶液に、2次抗体として用いる抗ウサギIgG抗体50μgを溶解した。この溶液に、最終濃度3mMとなるようにDTT(ジチオトレイトール)溶液を添加、混合し、37℃で30分間反応させた。その後、反応溶液を脱塩カラム「Zeba Desalt Spin Columns」(サーモサイエンティフィック社、Cat.#89882)に通して、DTTで還元化した2次抗体を精製した。精製した抗体全量のうち200μLを50mMTri s溶液に溶解して抗体溶液を調製した。その一方で、リンカー試薬「Maleimide-PEG₂-Biotin」(サーモサイエンティフィック社、製品番号21901)を、DMSOを用いて0.4mMとなるように調整した。このリンカー試薬溶液8.5μLを前記抗体溶液に添加、混合し、37℃で30分間反応させることにより、抗ウサギIgG抗体にPEG鎖を介してビオチンを結合させた。この反応溶液を脱塩カラムに通して精製した。脱塩した反応溶液につい

30

【0093】

〔作製例2〕 テキサスレッド色素内包メラミン樹脂ナノ粒子の作製

テキサスレッド色素分子「Sulforhodamine 101」(シグマアルドリッチ社)2.5mgを純水22.5mLに溶解した後、ホットスターラーにより溶液の温度を70℃に維持しながら20分間攪拌した。攪拌後の溶液に、メラミン樹脂「ニカラックMX-035」(日本カーバイド工業株式会社)1.5gを加え、さらに同一条件で5分間加熱攪拌した。攪拌後の溶液にギ酸100μLを加え、溶液の温度を60℃に維持しながら20分間攪拌した後、その溶液を放置して室温まで冷却した。冷却した後の溶液を複数の遠心用チューブに分注して、12,000rpmで20分間遠心分離して、溶液に混合物として含まれるテキサスレッド色素内包メラミン樹脂ナノ粒子を沈殿させた。上澄みを除去し、沈殿した粒子をエタノールおよび水で洗浄した。得られたナノ粒子の1000個についてSEM観察を行い、上述のように平均粒子径を測定したところ、平均粒子径152nmであった。

40

【0094】

〔作製例3〕 ストレプトアビジン修飾テキサスレッド色素内包メラミン樹脂ナノ粒子の作製

50

作製例2で得られた粒子0.1mgをEtOH1.5mL中に分散し、アミンプロピルトリメトキシシランLS-3150（信越化学工業社製）2μLを加えて8時間反応させて表面アミノ化処理を行なった。

【0095】

次いで、EDTA（エチレンジアミン四酢酸）を2mM含有したPBS（リン酸緩衝液生理的食塩水）を用いて上記表面アミノ化処理を行なった粒子を3nMに調整し、この溶液に最終濃度10mMとなるようSM(PEG)₁₂（サーモサイエンティフィック社製、succinimidyl-[(N-maleimidopropionamido)-dodecaethyleneglycol] ester）を混合し、1時間反応させた。この混合液を10,000Gで20分遠心分離を行い、上澄みを除去した後、EDTAを2mM含有したPBSを加え、沈降物を分散させ、再度遠心分離を行なった。同様の手順による洗浄を3回行うことで末端にマレイミド基が付いた蛍光物質内包メラミンナノ粒子を得た。

10

【0096】

一方、ストレプトアビジン（和光純薬社製）をN-succinimidyl S-acetylthioacetate（SATA）を用いてチオール基付加処理を行なったのち、ゲルろ過カラムによるろ過を行い、蛍光物質内包メラミンナノ粒子に結合可能なストレプトアビジン溶液を得た。

【0097】

上記の蛍光物質内包メラミンナノ粒子とストレプトアビジンとを、EDTAを2mM含有したPBS中で混合し、室温で1時間反応させた。10mMメルカプトエタノールを添加し、反応を停止させた。得られた溶液を遠心フィルターで濃縮後、精製用ゲルろ過カラムを用いて未反応ストレプトアビジン等を除去し、ストレプトアビジン結合蛍光物質内包メラミンナノ粒子を作製した。

20

【0098】

〔作製例4〕表面修飾基としてカルボン酸塩（カルボキシレート基）を持つCdSe/ZnS半導体ナノ粒子を内包するメラミン樹脂粒子の作製

アルゴン気流下、トリ-n-オクチルホスフィンオキシド7.5gに、ステアリン酸2.9g、n-テトラデシルホスホン酸620mg、および、酸化カドミウム250mgを加え、370℃に加熱混合した。これを270℃まで放冷した後、トリブチルホスフィン2.5mLにセレン200mgを溶解させた溶液を加え、減圧乾燥し、トリ-n-オクチルホスフィンオキシドで被覆されたカドミウムセレニド（CdSe）コア半導体ナノ粒子を得た。

30

【0099】

得られたCdSeコア半導体ナノ粒子に、トリ-n-オクチルホスフィンオキシド15gを加えて加熱し、引き続き270℃でトリオクチルホスフィン10mLにジエチルジチオカルバミン酸亜鉛1.1gを溶解した溶液を加え、CdSe/ZnS半導体ナノ粒子を含む分散液を得た。

【0100】

得られたCdSe/ZnS半導体ナノ粒子の濃度が5質量%となるように、デカンに分散させた。この分散液10μLにプロピオン酸ナトリウム0.5mLを添加し、室温で攪拌することにより、表面修飾を行なった。反応混合物に純水2.5mLを添加した後、ホットスターラーにより溶液の温度を70℃に維持しながら20分間攪拌した。攪拌後の溶液に、メラミン樹脂「ニカラックMX-035」（日本カーバイド工業（株）製）1.5gを加え、さらに同一条件で5分間加熱攪拌した。

40

【0101】

攪拌後の溶液にギ酸100μLを加え、溶液の温度を60℃に維持しながら20分間攪拌した後、該溶液を放置して室温まで冷却した。冷却した後の溶液を複数の遠心用チューブに分注して、12,000rpmで20分間遠心分離して、溶液に混合物として含まれるメラミン樹脂ナノ粒子を沈殿させて上澄みを除去した。その後、沈殿した粒子の洗浄をエタノールと水で行った。平均粒子径が150nmのナノ粒子（量子ドット内包メラミン樹脂ナノ粒子）を作製した。

50

[作製例5] ストレプトアビジン修飾量子ドット内包メラミン樹脂ナノ粒子の作製

作製例3と同様にして、作製例4で得られたナノ粒子0.1mgから、ストレプトアビジン修飾量子ドット内包メラミン樹脂ナノ粒子を得た。

【0102】

[実験例1]

(E1) 標本作製工程

乳がん組織アレイスライド（組織切片を搭載したスライドグラス）を（USBiomax社 br243）を購入し、ベンタナI-VIEWパスウェーHER2（4B5）キットを用い、ベンタナベンチマークULTRAで染色、DAB法によりHER2⁺領域（すなわち癌細胞領域）と間質細胞領域を形態学的に同定した。

10

【0103】

標本は脱パラフィン処理した後、水に置換する洗浄を行った。洗浄した組織アレイスライドを10mMクエン酸緩衝液中（pH6.0）中で121℃、15分間オートクレーブ処理することで、抗原の賦活化処理を行った。賦活化処理後の組織アレイスライドをPBSにより洗浄し、洗浄した組織アレイスライドに対してBSAを1%含有するPBSを用いて1時間ブロッキング処理を行った。

【0104】

(E2) 免疫染色工程

(E2-1) 免疫染色の1次反応処理

目的生体物質HER2に係る第1免疫染色用の1次反応処理は、BSAを1W/W%含有するPBSを用いて、抗HER2ウサギモノクローナル抗体「4B5」（ベンタナ社）を0.05nMの濃度で含有する1次反応処理液を調製した。この1次反応処理液に工程（1）で作製した標本を浸漬し、4℃で1晩反応させた。

20

【0105】

(E2-2) 免疫染色の2次反応処理

作製例1で作製したビオチン修飾抗ウサギIgG抗体の溶液を、さらにBSAを1W/W%含有するPBSを用いて6μg/mLに希釈した2次反応処理液を調製した。1次反応処理を終えた標本をPBSで洗浄した後、この2次反応処理液に浸漬し、室温で30分間反応させた。

30

【0106】

(E2-3) 免疫染色の蛍光標識処理

作製例3で作製したストレプトアビジン修飾テキサスレッド色素内包メラミン樹脂粒子を、表1に示すように、カゼイン（組成＝α-カゼイン（シグマ社 c6780）：50W/W%、β-カゼイン（シグマ社 c6905）：50W/W%）とBSAの含有率がそれぞれ異なった蛍光ナノ粒子用希釈液を用いて、0.02nMに希釈した蛍光標識反応処理液をそれぞれ調製した。2次反応処理を終えた標本をこの蛍光標識処理液に浸漬し、中性のpH環境下（pH6.9～7.4）、室温で3時間反応させた。

【0107】

(E3) 標本後処理工程

免疫染色を終えた標本に対して、純エタノールに5分間浸漬する操作を4回行う固定化・脱水処理を行った。続いて、キシレンに5分間浸漬する操作を4回行う透徹処理を行った。最後に、標本に封入剤「エンテランニュー」（メルク社）を載せて、カバーガラスを被せる封入処理を行い、観察に用いる標本とした。

40

【0108】

(E4) 評価工程

(E4-1) 観察・撮影工程

この工程における励起光の照射および蛍光の発光の観察には蛍光顕微鏡「BX-53」（オリンパス株式会社）を用い、免疫染色像（400倍）の撮影には、当該蛍光顕微鏡に取り付けた顕微鏡用デジタルカメラ「DP73」（オリンパス株式会社）を用いた。

【0109】

50

まず、目的生体物質HER2の蛍光標識に用いたテキサスレッド色素に対応する励起光を標本に照射して蛍光を発光させ、その状態の免疫染色像を撮影した。この際、励起光の波長は、蛍光顕微鏡が備える励起光用光学フィルターを用いて575～600nmに設定し、観察する蛍光の波長は、蛍光用光学フィルターを用いて612～692nmに設定した。蛍光顕微鏡による観察および画像撮影時の励起光の強度は、視野中心部付近の照射エネルギーが900W/cm²となるようにした。画像撮影時の露光時間は、画像の輝度が飽和しないような範囲で調節し、例えば4000μ秒に設定した。

【0110】

このような免疫染色像の撮影は、同一視野において行った後、視野を変えて同じ操作を繰り返し、1標本につき合計5視野ずつ行った（第1～第5視野）。

10

【0111】

（E4-2）画像処理・計測工程

この工程における画像処理には、画像処理ソフトウェア「ImageJ」（オープンソース）を用いた。

【0112】

免疫染色像におけるHER2を蛍光標識したテキサスレッド色素内包メラミン樹脂粒子を表す輝点のうち輝度が所定の値以上のものの数を計測した。

【0113】

間質ノイズ、HER2 3+領域（すなわち癌細胞領域）の1細胞あたりの輝点数および凝集輝点数をカウントした。結果を表1に示す。なお、間質細胞領域にはHER2は発現しないので、間質細胞内に位置する輝点は非特異的シグナルすなわちノイズである。間質ノイズである輝点の数が多いということはと非特異的反応が多いことを意味し、これをカウントすることで、免疫反応の評価指標とした。

20

【0114】

【表1】

		カゼイン α-カゼイン 50% β-カゼイン 50%						
		0.6%	0.8%	1.0%	1.2%	2.4%	3.0%	5.0%
BSA	0.5%	A;× B;× C;○	A;× B;× C;○	A;× B;× C;○	A;× B;○ C;○	A;× B;× C;○	A;○ B;× C;×	A;○ B;× C;○
	0.75%	A;× B;× C;○	A;× B;× C;○	A;× B;× C;○	A;× B;○ C;○	A;× B;× C;○	A;○ B;× C;×	A;○ B;× C;○
	1.0%	A;× B;○ C;○	A;× B;○ C;○	A;◎ B;○ C;○				A;○ B;× C;○
	3.0%	A;× B;○ C;○	A;× B;○ C;○					A;○ B;× C;○
	5.0%	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;○					A;○ B;× C;○
	7.5%	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;×	A;○ B;○ C;×	A;○ B;○ C;×	A;○ B;○ C;×	A;○ B;× C;×
	10.0%	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;×	A;○ B;× C;×	A;○ B;× C;×	A;○ B;× C;×
	12.0%	A;× B;× C;×	A;× B;× C;×	A;× B;○ C;×	A;× B;○ C;×	A;○ B;○ C;×	A;○ B;× C;×	A;○ B;× C;×

30

40

（なお、上記表1中の「%」は「W/W%」を意味する。以下の表2～表4も同様である。）

A＝間質ノイズ（輝点数（以下同じ））

50

500以上＝×

500未満300以上＝○

300未満200以上＝◎

200未満＝☆

B＝1細胞あたりの輝点数

10未満＝×

10以上＝○

C＝凝集輝点

3個以上＝×

3個以下＝○

【実験例2】

(E2-3) 免疫染色の蛍光標識処理で用いた蛍光ナノ粒子を分散させる溶液に含有されるカゼインの組成を変更した以外は、実施例1と同様の手順で標本作製工程、免疫染色工程および評価工程を行い、間質ノイズ、1細胞あたりの輝点数および凝集輝点数をカウントした。結果を表2～4に示す。なお、天然カゼインにおける各カゼインの含有比率は、 α -カゼイン50%、 β -カゼイン35%、 κ -カゼイン13%、 γ -カゼイン2%である。

【0115】

【表2】

		カゼイン (天然)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：500未満300以上 ○ ・1細胞あたりの輝点数：10以上 ○ ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

【0116】

【表3】

		カゼイン (α -カゼイン：45%、 β -カゼイン：45%、 κ -カゼイン：10%)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：200未満 ☆ ・1細胞あたりの輝点数：10以上 ○ ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

【0117】

【表3A】

		カゼイン (α -カゼイン：49.5%、 β -カゼイン：49.5%、 κ -カゼイン：1.0%)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：200未満 ☆ ・1細胞あたりの輝点数：10以上 ○ ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

【0118】

【表4】

		カゼイン (α -カゼイン：50%、 β -カゼイン：50%、 κ -カゼイン：0%)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：300未満200以上 ◎ ・1細胞あたりの輝点数：10以上 ○ ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

(表1の抜粋)

【実験例3】

間質領域の同定は(E1)と同様に、ペンタナ I-VIEW パスウェー HER2 (4B5) キットを用いて実施した。その後、抗HER2 ウサギモノクローナル抗体「4B5」に代えて抗HER3 ウサギモノクローナル抗体「SP71」Abnova社を用いたこと以外は、(E2)～(E4)同様に染色および評価を実施した。
その結果、実験例2と同様の結果を得た。

【0119】

【表5】

		カゼイン (天然)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：500未満300以上 ○ ・1細胞あたりの輝点数：5以上 ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

10

【0120】

【表6】

		カゼイン (α-カゼイン：45%、β-カゼイン：45%、κ-カゼイン：10%)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：200未満 ☆ ・1細胞あたりの輝点数：5以上 ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

20

【0121】

【表7】

		カゼイン (α-カゼイン：49%、β-カゼイン：49%、κ-カゼイン：2%)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：200未満 ☆ ・1細胞あたりの輝点数：5以上 ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

【0122】

【表8】

		カゼイン (α-カゼイン：50%、β-カゼイン：50%、κ-カゼイン：0%)			
		1.0%	1.2%	2.4%	3.0%
BSA	1.0%	・間質ノイズ：300未満200以上 ◎ ・1細胞あたりの輝点数：5以上 ・輝点凝集：なし ○			
	3.0%				
	5.0%				

30

【実験例4】

肺組織アレイスライド（組織切片を搭載したスライドグラス）を（USBiomax社 LC241b）購入し、間質細胞領域の形態学的な同定を抗PD-L1ウサギモノクローナル抗体「SP142」Spring Bioscience (SBS) 社を用いたこと以外は(E1)と同様に、実施した。その後、抗HER2 ウサギモノクローナル抗体「4B5」に代えて抗PD-L1ウサギモノクローナル抗体「SP142」Spring Bioscience (SBS) 社を用いたこと、およびストレプトアビジン修飾テキサスレッド色素内包メラミン樹脂粒子に代えて作製例5で作成したストレプトアビジン修飾量子ドット内包メラミン樹脂ナノ粒子を用いた以外は、(E2)～(E4)同様に染色および評価を実施した。なお、(E)においては照射する励起光の波長は、蛍光顕微鏡が備える励起光用光学フィルター（（株）オプトライン製「QD655-C」）を用いて415～455nmに設定し、観察する蛍光の波長は、蛍光用光学フィルターを用いて648～663nmに設定した。

40

その結果、実験例2と同様の結果を得た。

【0123】

50

【表 9】

		カゼイン (天然)			
		1. 0%	1. 2%	2. 4%	3. 0%
BSA	1. 0%	・ 間質ノイズ：500未満300以上 ○ ・ 1細胞あたりの輝点数：5以上 ・ 輝点凝集：なし ○			
	3. 0%				
	5. 0%				

【0124】

【表 10】

		カゼイン (α -カゼイン：47.5%、 β -カゼイン：47.5%、 κ -カゼイン：5.0%)			
		1. 0%	1. 2%	2. 4%	3. 0%
BSA	1. 0%	・ 間質ノイズ：200未満 ☆ ・ 1細胞あたりの輝点数：5以上 ・ 輝点凝集：なし ○			
	3. 0%				
	5. 0%				

10

【0125】

【表 11】

		カゼイン (α -カゼイン：49%、 β -カゼイン：49%、 κ -カゼイン：2%)			
		1. 0%	1. 2%	2. 4%	3. 0%
BSA	1. 0%	・ 間質ノイズ：200未満 ☆ ・ 1細胞あたりの輝点数：5以上 ・ 輝点凝集：なし ○			
	3. 0%				
	5. 0%				

20

【0126】

【表 12】

		カゼイン (α -カゼイン：50%、 β -カゼイン：50%、 κ -カゼイン：0%)			
		1. 0%	1. 2%	2. 4%	3. 0%
BSA	1. 0%	・ 間質ノイズ：300未満200以上 ◎ ・ 1細胞あたりの輝点数：5以上 ・ 輝点凝集：なし ○			
	3. 0%				
	5. 0%				

[実験例5]

30

間質細胞領域を同定する(E1)のプロセスを除いたこと以外は、実験例1と同様に実施した。すなわち、乳がん組織アレイスライド（組織切片を搭載したスライドグラス）を（US Biomax社 br243）を購入し、脱パラフィン処理した後、水に置換する洗浄を行った。洗浄した組織アレイスライドを10mMクエン酸緩衝液中（pH6.0）中で121℃、15分間オートクレーブ処理することで、抗原の賦活化処理を行った。賦活化処理後の組織アレイスライドをPBSにより洗浄し、洗浄した組織アレイスライドに対してBSAを1%含有するPBSを用いて1時間ブロッキング処理を行った。

【0127】

(E2)を同様に実施した直後に、形態観察のためのヘマトキシリン染色を追加実施し、(E3)～(E4)は同様に実施した。その結果、1細胞あたりの輝点数は5以上であり、輝点の凝集はないことが確認できた。なお、間質ノイズの測定は実施しなかった。

40

【0128】

[作製例6]（ビオチン標識BACプローブの調製）

Cell Biochem Biophys. 2006; 45 (1) 59の記載の方法に従って、以下のように核酸分子を調製した。GSP社から購入したHER2-DNAクローン（約150kbp）1μg（5μL）に対して、ニックトランスレーション用のキット（製品名「GSP-ニックトランスレーションキット」K-015、GSP社製）のプロトコールに従い、以下のようにニックトランスレーション法により、HER2のDNAクローン（核酸分子）のdTTPをビオチン標識dUTPで置換した。

【0129】

50

次に、15℃で4時間反応させ、70℃で10分間加熱して反応を停止させた。反応後の遠心チューブに25μLの蒸留水を添加した。ビオチン標識済みのBACプローブの反応溶液を核酸精製用マイクロスピナラム（GEヘルスケア社製「MicroSpin S-200HR Column」、製品番号「#27-5120-01」）により精製した。この溶液に対して、3M酢酸ナトリウム溶液（pH5.2）を約5.56μL、100%エタノールを150μL添加し、-20℃で1時間以上静置した。4℃で16000rpmで10分間遠心して沈殿を形成した。さらに、70%エタノールを500μL添加して、4℃、16000rpmで1分間遠心し上澄みを除去した。沈殿物に5~10μLの蒸留水を添加して完全に溶解させ、最終濃度1μg/250μLのビオチン標識されたBACプローブの溶液を得た。

10

【0130】

〔実験例6〕

FISHによりHER2遺伝子のコピー数を測定した。FISHは以下に示すように、脱パラフィン処理、検体スライドの前処理、酵素処理、検体の固定処理、プローブの準備、検体スライドのDNAの変性処理、ハイブリダイゼーション処理、スライドガラスの洗浄処理、およびDAPI染色処理をこの順で行うことで実施した。

【0131】

〔脱パラフィン処理〕

HER2陽性染色対照標本の検体スライド（パソロジー研究所社製「HER2-FISH HコントロールスライドCode PS-09006」）を、以下の（1）~（4）の順で処理することで脱パラフィン処理を行った。（1）ヘモディー（Hemo-De）に常温で10分間浸漬する。（2）検体スライドを新しいHemo-Deに常温10分間浸漬する。同じ操作を3回繰り返す。（3）検体スライドを100%エタノールで常温で5分間浸漬し、2回洗浄し、脱水処理を行う。（4）検体スライドを風乾または45~50℃のスライドウォーマー上で乾燥させる。

20

【0132】

〔検体スライドの前処理〕

DNAプローブの到達性を向上させるために、上記検体スライドに対し以下の（1）~（6）の順で前処理を行い、細胞膜及び核膜の蛋白質の除去を行った。（1）検体スライドを0.2mol/L HClで室温、20分間処理する。（2）検体スライドを精製水に3分間浸漬する。（3）検体スライドを洗浄緩衝液（2xSSC：standard saline citrate）に3分間浸漬する。（4）検体スライドを80℃の前処理溶液（1N NaSCN）に30分間浸漬する。（5）検体スライドを精製水に1分間浸漬する。（6）検体スライドを洗浄緩衝液（2xSSC）に5分間浸漬し、この浸漬操作を2回繰り返す。

30

【0133】

〔酵素処理〕

前処理を行った検体スライドに対して、以下の（1）~（4）の処理をこの順で行うことで酵素処理を行った。（1）前処理した検体スライドを取り出し、ペーパータオルにスライドガラスの下端をつけて余分な洗浄緩衝液を取り除く。（2）検体スライドを37℃に加温したプロテアーゼ溶液に10~60分間浸漬する。この浸漬処理は、細胞膜及び核膜のタンパク質、特にコラーゲンの分解をするために、25mg プロテアーゼ（2500-3000Units/mg）〔ペプシン〕/1M NaCl〔pH2.0〕50mLで37℃、60分間〕で処理することが望ましい。（3）検体スライドを洗浄緩衝液に5分間浸漬する。この操作を2回繰り返す。（4）検体スライドを風乾または45~50℃のスライドウォーマー上で2~5分間乾燥させる。

40

【0134】

〔検体の固定〕

検体の固定処理として、前処理を行った検体スライドに対して以下の（137）~（3）の処理を行った。（1）検体スライドを10%中性緩衝ホルマリン（和光純薬社製「4%

50

パラホルムアルデヒド・リン酸緩衝液」、製品番号163-20145)に常温で10分間浸漬する。(2)検体スライドを洗浄緩衝液に5分間浸漬する。これと同じ操作を2回繰り返す。(3)検体スライドを風乾または45～50℃のスライドウォーマー上で2～5分間乾燥させる。

【0135】

〔プローブの準備〕

冷凍保存しておいた作成例6で作成したDNAプローブの溶液を室温に戻し、正確な容量を採液可能なピペティング操作ができる程度まで溶液の粘度を十分にさげて、ボルテックスミキサー等で溶液を混和した。

【0136】

〔検体スライドのDNAの変性〕

検体スライド上のDNAの変性処理として、検体の固定処理を行った検体スライドに対して以下の(1)～(8)の処理を行った。(1)検体スライドの作成前に水で湿らせたペーパータオルを底に敷いた湿潤箱(気密性の容器であり、その側面をペーパータオルでテーピングしたもの)を37℃インキュベータ内に載置して予備加熱する。(2)変性溶液(70%ホルムアミド/SSC[150mM NaCl、15mMクエン酸ナトリウム])のpHが常温でpH7.0～8.0であることを確かめる。変性溶液をコプリンジャーに入れ、溶液が72℃±1℃になるまで温浴槽で加温する(72±1℃の温浴槽に少なくとも30分間置く)。(3)ハイブリダイゼーション領域がどの部分かわかるように、検体スライドの裏側に領域を囲むようにダイヤモンドペン等でマークする。(4)検体スライドを72±1℃の変性溶液の入ったコプリンジャー中に浸漬し、検体スライドのDNAを変性する。

(5)ピンセットを使って、検体スライドを変性溶液から取り出し、すぐに常温の70%エタノール中に入れる。ホルムアミドを除くためにスライドを振盪する。検体スライドを1分間浸漬する。(6)検体スライドを70%エタノールから取り出し、85%エタノール中に入れ、ホルムアミドを除くためにスライドを振盪する。検体を1分間浸漬する。100%エタノールで同じ操作を2回繰り返す。(7)ペーパータオルに検体スライドグラスの下端をつけてエタノールを取り除き、ペーパータオルでスライドグラスの裏側を拭く。(8)検体スライドをドライヤーで風乾または45～50℃のスライドウォーマーで2～5分間乾燥させる。

【0137】

〔ハイブリダイゼーション〕

上記変性処理を行った検体スライドに対して以下の(1)～(3)の処理をこの順で行うことで、検体スライドに対して上述したように調製したDNAプローブ10μL(10～50ng)を用いてハイブリダイゼーション処理を行った。(1)検体スライドのハイブリダイゼーション領域に調製した上記DNAプローブを10μL添加し、すぐに、22mm×22mmのカバーグラスをプローブの上に被せ均一にプローブを広げる。ハイブリダイゼーション領域に気泡が入らないようにする。(2)ペーパーボン드로カバーグラスをシールする。(3)前もって加温した湿潤箱に検体スライドを入れて蓋をして37℃のインキュベータで14～18時間ハイブリダイゼーションを行う。

【0138】

〔スライドグラスの洗浄〕

上記ハイブリダイゼーション処理を行った検体スライドに対して以下の(1)～(6)の処理をこの順で行うことで、検体スライドの洗浄処理を行った。(1)ポストハイブリダイゼーション洗浄緩衝液(2×SSC/0.3%NP-40)をコプリンジャーに入れる。ポストハイブリダイゼーション洗浄緩衝液が72℃±1℃になるまで温浴槽で予備加熱をする(72℃±1℃の温浴槽に少なくとも30分間置く)。(2)ポストハイブリダイゼーション洗浄緩衝液を入れたコプリンジャーをもうひとつ用意し、常温に維持する。(3)ピンセットでペーパーボンズのシールを取り除く。(4)検体スライドをポストハイブリダイゼーション洗浄緩衝液の中に入れる。カバーグラスは自然に溶液中で剥がれる

のを待つ。(5) 溶液から検体スライドを取り出し、余分な溶液を取り去り、 $72 \pm 1^\circ\text{C}$ に加温したポストハイブリダイゼーション洗浄緩衝液に2分間浸す。ここで、 73°C を超える温度や処理時間として2分を超えないようにするのが望ましい。(6) コプリンジャーから検体スライドを取り出し、遮光下(締め切った引出や締め切ったキャビネットの棚等)で風乾する。

【0139】

(プローブの蛍光標識処理)

HER2 遺伝子に結合しビオチンで標識されたDNAプローブに対して、作製例3のストレプトアビジン結合蛍光物質内包メラミンナノ粒子を以下の通りに結合させた。

【0140】

上記作製例3で作成された上記粒子を、希釈液で希釈して 0.02nM とし、 $100\mu\text{L}$ 検体スライド上に滴下し、室温で60分間結合反応を行った。PBSで5分間浸漬し、3回洗浄を行った。なお、上記希釈液として1%BSAを用いた場合と、カゼイン(組成= α -カゼイン(シグマ社 c6780):50%、 β -カゼイン(シグマ社 c6905):50%)とBSAの混合物の場合を比較した。

【0141】

(DAPI染色)

DAPI染色は以下のように行った。まず、 $10\mu\text{L}$ のDAPI対比染色液を検体スライドのハイブリダイゼーション領域に添加した。次に、ハイブリダイゼーション処理した後、細胞数をカウントするためにDAPI染色($2\mu\text{g/mL}$ PBS)を 25°C 、10分間行うことで細胞核を染色し、カバーガラスを被せて、シグナルの計測まで検体スライドを遮光して保存した。DAPI (4', 6-Diamidino-2-Phenylindole, Dihydrochloride) はMolecular Probes社(D1306)を使用した。

【0142】

(観察)

上述のようにFISHを行った検体スライドを以下のように観察した。

【0143】

〈蛍光顕微鏡観察〉

蛍光顕微鏡観察は、上述のようにFISHを行った切片を、蛍光顕微鏡Zeiss imager (Camera:MRmモノクロ・冷却機能付、対物レンズ $\times 60$ 油浸)を用いて、蛍光顕微鏡観察(600倍)を行い、蛍光画像(蛍光静止画像)および輝点数の計測を行った。

【0144】

その結果、粒子希釈液として1%BSAを用いた場合に比較して、カゼイン(組成= α -カゼイン(シグマ社 c6780):50%、 β -カゼイン(シグマ社 c6905):50%)混合物2.4%とBSA1~5%の混合液を用いた場合は、輝点数(HER2+領域(すなわち癌細胞領域)の1細胞あたりの輝点数)が倍増した。

10

20

30

フロントページの続き

(出願人による申告)平成26年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「がん超早期診断・治療機器の総合研究開発／超早期高精度診断システムの研究開発：病理画像等認識技術の研究開発／病理画像等認識基礎技術の研究開発（1粒子蛍光ナノイメージングによる超高精度がん組織診断技術）」委託研究 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(56)参考文献 特開2012-194013 (JP, A)
国際公開第2012/029342 (WO, A1)
特開平08-320323 (JP, A)
特開2014-142348 (JP, A)
国際公開第2014/136885 (WO, A1)
米国特許出願公開第2013/0224770 (US, A1)
欧州特許出願公開第01508805 (EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 33/48-33/98
G01N 21/64

专利名称(译)	用于荧光纳米颗粒的稀释剂,使用该稀释剂的荧光免疫染色试剂盒,荧光免疫染色溶液,荧光免疫染色方法,基因染色方法		
公开(公告)号	JP6725045B2	公开(公告)日	2020-07-15
申请号	JP2019125162	申请日	2019-07-04
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	郷田秀樹 高梨健作		
发明人	郷田 秀樹 高梨 健作		
IPC分类号	G01N33/531 G01N33/533 G01N33/48 G01N33/53 G01N21/64		
FI分类号	G01N33/531.B G01N33/533 G01N33/48.P G01N33/53.Y G01N21/64.F		
优先权	2014251979 2014-12-12 JP		
其他公开文献	JP2019194617A		

摘要(译)

通过抑制荧光纳米颗粒的非特异性吸附并因此抑制使用荧光纳米颗粒进行免疫染色时的背景噪声,提供了一种更高精度地检测和确定目标生物物质的方法。解决方案:免疫染色是通过用荧光纳米颗粒的稀释剂稀释荧光纳米颗粒来进行的,含有分子量为40,000或更大的蛋白质(BSA等)的1-5%(W/W)和分子量小于40,000的蛋白质(酪蛋白等)的1-3%(W/W)优选将酪蛋白用作低分子量的蛋白质时,酪蛋白中的κ-酪蛋白的含有率为10%(W/W)以下,α-酪蛋白与β-酪蛋白的含有比例为40:60至60:40(α-酪蛋白和β-酪蛋白的总量为100)。

		カゼイン α-カゼイン 50% β-カゼイン 50%						
		0. 6%	0. 8%	1. 0%	1. 2%	2. 4%	3・0%	5. 0%
BSA	0. 5%	A:× B:× C:○	A:× B:× C:○	A:× B:× C:○	A:× B:○ C:○	A:× B:× C:○	A:○ B:× C:×	A:○ B:× C:○
	0. 75%	A:× B:× C:○	A:× B:× C:○	A:× B:× C:○	A:× B:○ C:○	A:× B:× C:○	A:○ B:× C:×	A:○ B:× C:○
	1. 0%	A:× B:○ C:○	A:× B:○ C:○	A:◎				A:○ B:× C:○
	3・0%	A:× B:○ C:○	A:× B:○ C:○	B:○				A:○ B:× C:○
	5・0%	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:○	C:○				A:○ B:× C:○
	7・5%	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:×	A:○ B:○ C:×	A:○ B:○ C:×	A:○ B:○ C:×	A:○ B:× C:×
	10・0%	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:×	A:○ B:× C:×	A:○ B:× C:×	A:○ B:× C:×
	12・0%	A:× B:× C:×	A:× B:× C:×	A:× B:○ C:×	A:× B:○ C:×	A:○ B:○ C:×	A:○ B:× C:×	A:○ B:× C:×