

分析機器解説シリーズ(81)

- ◆フローサイトメーターによる生菌数および毒素の測定 P1
九州大学大学院農学研究院生物機能科学部門 宮本敬久
- ◆平成14年度 装置利用状況 P5
- ◆第21回 中央分析センター講演会報告 P6
- ◆お知らせ P8
- ◆訂正 P8

分析機器解説シリーズ(81)

フローサイトメーターによる生菌数および毒素の測定

九州大学大学院農学研究院生物機能科学部門 宮本敬久

1

はじめに

FlowCytometry(フローサイトメトリー、FCM) は、Flow(浮遊させる) と Cytometry(血球を計算) に由来する言葉で、フローサイトメーターを用いて、高速で流れている試料粒子（動物細胞、標準粒子、微生物など）にレーザー光線を照射し、その粒子によるレーザー光線の散乱やレーザー光線による励起によって生じる粒子由來の蛍光などを測定、分析する方法論である。これにより、個々の粒子が持っている複数の特徴（粒子の大きさ、細胞内の核の大きさ、細胞内顆粒の有無、細胞内の蛍光色素および染色体の量など）を粒子ごとに高速・高精度に同時定量できる。このため、試料の集団としての分析データとは異なり、個々の粒子の特徴を個別に得ることができる。さらに、フローサイトメーターには、これらの情報をもとに特定の粒子だけを不均一な粒子の集団から分離できるソーティング機能を有する装置もある¹⁾。

FCMの応用分野は広く、生化学、生物学、微生物学、医学、生命科学、臨床検査、薬学、農学、畜産学等の分野で、蛍光標識された抗体を用いて特定の細胞の同定や定量ならびに白血球の分化、DNA結合蛍光色素を用いて、細胞周期の分析、ガン細胞の検出、染色体の分析や単離および細菌やウイルスの同定や定量、蛍光基質や蛍光色素を用いて細胞内酵素活性、細胞内物質および細胞内pHなどの測定や研究に利用されている。フローサイトメーター

は従来アルゴンイオンレーザーを使用していたため装置が高価で、これまで動物細胞の測定や解析、アポトーシス解析などの研究分野での利用がほとんどで、特に医学、臨床検査において利用されてきた。しかし、近年、赤色半導体レーザーを使用した比較的低価格なフローサイトメーターが市販され、これによりFCMが細菌などの微生物の検出や解析に利用できるようになり、食品や環境の分野でも利用の可能性が広がつた。

2 FCMの原理

フローサイトメーターの検出部を図1に示す。細い水流の中を細胞一個一個が流れ、細胞がレーザー光線中を通過するときに、細胞はレーザー光線を散乱させる。さらに蛍光物質を含む場合には蛍光物質が励起されて蛍光を発する。散乱光により、細胞の大きさ、そしてレーザー光線の照射により生じた蛍光により、細胞内部構造（核の大きさ、顆粒の有無）や、蛍光色素を検出する。

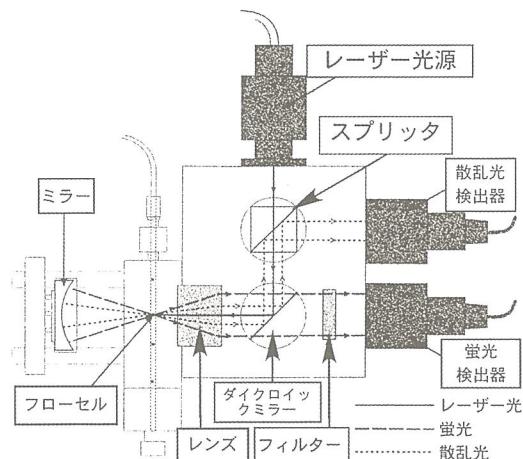


図1. フローサイトメーター検出部の構造

3 食品分野への応用

黄色ブドウ球菌エンテロトキシンによる乳製品を原因とした大規模な食中毒事件、BSE問題、食品添加物および農薬の不正使用などの事故や事件が相次いで発生したこともあり、食品の安全性に対する消費者の関心が高まつた。食品の安全性を確保するためには、1次生産から消費までの一連の過程における全ての段階で危害の低減や除去を行う努力が必要である。特に、食品業界における食中毒細菌および毒素の管理は重要である。これら食中毒細菌や毒素をはじめとする食品の細菌検査の簡易化、迅速化のために様々な原理に基づく装置や検出法が開発されてきている^{2,3,4)}。一般に飲料や食品、環境水中の生菌数は、寒天平板培地に適当に希釈した試料をまきこんで37℃で2～3日間培養後に形成されたコロニー数から換算して測定する。このような培養を伴う測定は長時間を要するため食品製造現場における原料および製品の品質管理、工程管理には適していない。そこで、種々の原理に基づいた簡易迅速な生菌数測定法が研究・開発されてきたわけであるが、この中でフローサイトメーターによる測定法は、検出下限菌数が1000個/ml以上と高いが、非常に簡易かつ迅速である^{5,6)}。FCMでは、細菌の生死に関わらず細胞質膜を透過できるDNA結合性蛍光色素（SYTO 9, SYTO 63など）と生きた細菌の細胞質膜は透過できないが、死んだ細菌の細胞質膜は透過できるDNA結合性蛍光色素（TO-PRO-3 iodide, Propidium iodideなど）を使用した2重染色や、生きた菌の持つ酵素エステラーゼの蛍光基質であるFDA(Fluorescein diacetate)などを用いて生菌を蛍光染色して細菌の検出を行う。図2に各種の割合で死菌を含むサルモネラ菌の懸濁液をDNA結合性の蛍光色素TO-PRO-3 iodideで染色後に測定した結果を示す。フローサイトメーターにはBioDETECT社製MICROCYTEを使用した。全て生菌の場合は蛍光性を示す粒子はほとん

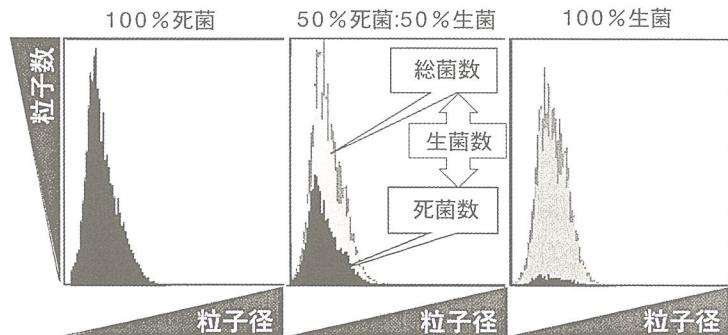


図2.TO-PRO-3 iodideによる生菌+死菌混合液中の死菌数測定結果のヒストグラム

ど無いが、50および100%の死菌を含む懸濁液では死菌の割合に応じて蛍光性を示す粒子数が増加する。

図3にサルモネラの生菌と死菌混合液について従来の培養法とフローサイトメーター法で測定した生菌数の相関を示す。両者による生菌数は良く一致し、相関も非常に高い。フローサイトメーターは、このように粒子としての細菌数を測定する以外に、免疫磁気ビーズ法との組み合わせにより、食品中に含まれる毒素や有害物質の検出にも利用できる。

乳および乳製品は微生物の生育に好適な食品である。黄色ブドウ球菌はヒトや動物の皮膚、粘膜などに常在する細菌で、その一部は食中毒の原因となる耐熱性のエンテロトキシン(SE)を产生し、乳製品からも検出される。食品から微量のSEを検出するための方法として、トリクロロ酢酸により抽出・濃縮する方法をはじめ種々の抽出法や検出法が開発されてきたが、製品の製造工程管理や品質管理に適した、より簡易迅速な細菌毒素の抽出・検出法の開発が必要とされている。免疫磁気ビーズ法は、細菌検査では病原大腸菌O157、サルモネラ菌やリストeria菌など食中毒細菌検出の高感度化のために、また、分子生物学の分野でも、核酸の抽出や精製などに広く利用されている。この免疫磁気ビーズによる分離法(Immuno-Magnetic Separation, IMS)とFCMを組み合わせたIMS-FCM法で簡易かつ高感度な黄色ブドウ球菌エンテロトキシンB(SEB)の検出が可能となる⁷⁾。まず、磁気ビーズDynabeads M-280 Tosylactivated(粒径 ϕ 2.8 μm, Dynal社)にヒツジ抗SEB抗体を固定化した抗SEB抗体固定化磁気ビーズを調製する。試料溶液からのSEB検出操作の概要を図4に示す。まず、SEBを含む試料溶液10mlに抗体固定化磁気ビーズ(5×10^6 個)を混合し、1~2時間反応させる。磁気ビーズを回収して0.5%Tween20を含むPBS(Tween-PBS)で2回洗浄後、ウサギ抗SEB抗体溶液を添加して1時間反応させる。磁気ビーズをTween-PBSで2回洗浄後、Cy5標識ヤギ抗ウサギIgG抗体溶液に懸濁して30分間反応させて蛍光標識を行う。このビーズ懸濁液をPBSで適当に希釈し、FCMで全磁気ビーズ数と蛍光磁気ビーズ数を測定すると、試料中にSEBが存在しないと磁気ビーズは蛍光標識されないが、SEBが存在すると抗原抗体反応の結果、磁気ビーズは蛍光標識され、SEB濃度に依存して全ビーズ中の蛍光磁気ビーズの割合と蛍光強度が増加する。磁気ビーズの回収や洗浄操作は磁石を用いて行うので、試料中に共存する粒子と磁気ビーズは簡単に分離することができる。

FCMにより測定した磁気ビーズのピークは、夾雜する微粒子とは明らかに区別される粒径2.8 μmの位置に検出される(図4)。PBS中のSEBの検出では、図5に示すようにSEB未添加の場合にも蛍光標識抗体由来の弱い蛍光が約12%の磁気ビーズから検出されるが、SEB濃度0.01ng/mlでは、蛍光性磁気ビーズの割合は39%まで増加し、0.1ng/mlでは61%の磁気ビーズが蛍光性となり、その蛍光強度も明らかに強くなる。1ng/mlでは、ほぼ100%の磁気ビーズが強い蛍光性を示す。このように免疫磁気ビーズ法では簡易な方法で毒素を抽出・濃縮できるため、毒素の検出感度が上がる。さらに抗原抗体反応を磁気ビーズ上で行い、蛍光標識された磁気ビーズをフローサイトメーターで測定できるため、毒素を迅速に検出・測定可能となる。実際に、生乳、粉乳を溶かしたもの、チーズおよびヨーグルトなどの乳製品からも0.1~0.25 ng/mlのSEBを検出できる。本法は特異抗体の種類を変えることで、他の細菌毒素をはじめとして、農薬、抗生物質および内分泌かく乱化学物質など、免疫学的に検出可能な種々の物質の濃縮、高感度な検出に応用でき、さらに高感度化も期待できる。

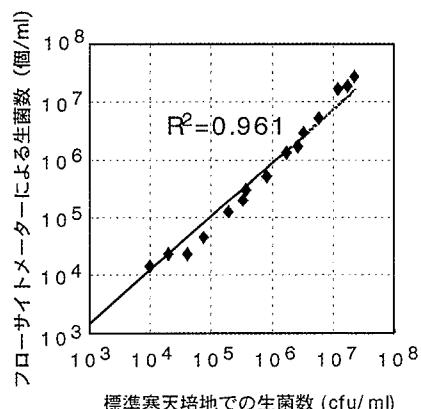


図3.FCM法による生菌類と従来法による生菌数の相関

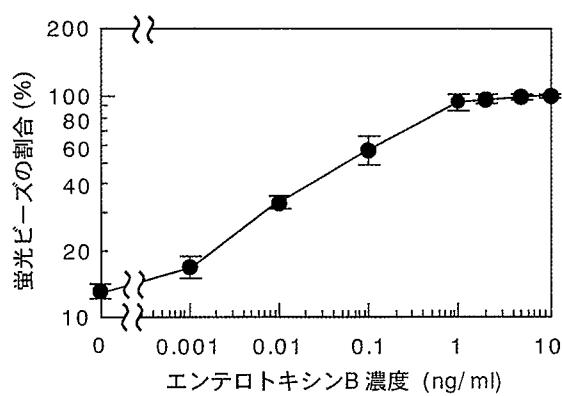


図5.IMS-FCM法による黄色ブドウ球菌エンテロトキシンの検出

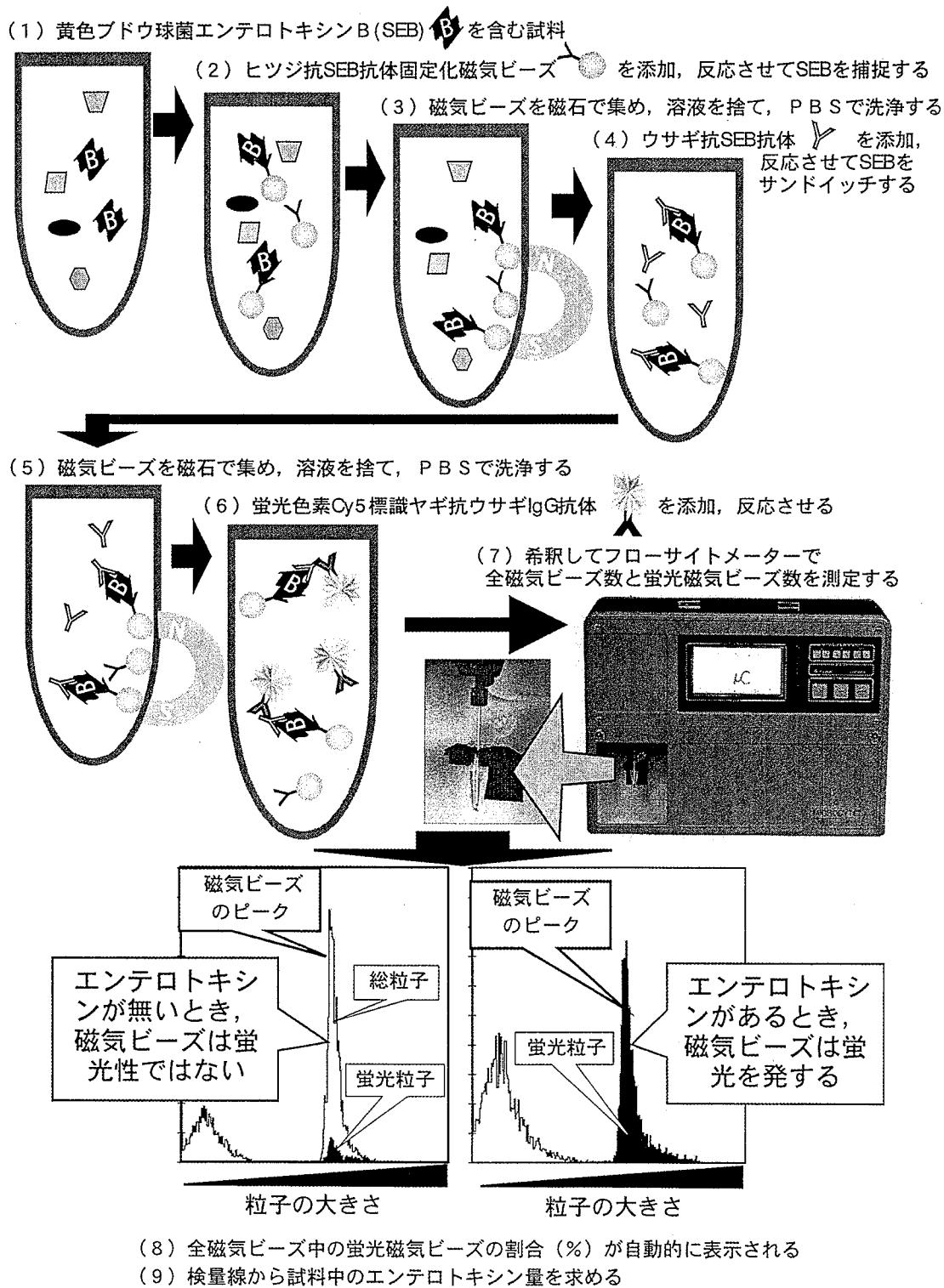


図4. IMS-FCM法による黄色ブドウ球菌エンテロトキシンの検出法の概略

参考文献

- 1) 福田 貢、大橋望彦：ぶんせき、1、25 (1988)。
- 2) 日本細菌学会教育委員会編：“新しい分類学に伴走する細菌同定法”、菜根出版、(1987)。
- 3) 金子誠一編著：“微生物の簡易検査法、第2版”、工業技術会、(1981)。
- 4) 宮本敬久:日本食品科学工学会誌, 47(3), 173、(2000).
- 5) 山口進康、那須正夫、崔承泰、近藤雅臣：防菌防黴、22(4)、65 (1994)
- 6) 見坂武彦、山口進康、那須正夫：防菌防黴、27(4)、223 (1999)
- 7) 宮本敬久: 化学と生物、41(4), 221 (2003).

中央分析センター 装置利用状況

(平成14年1~12月)

センタ一機器名	件数	時間
超高感度示差走査熱量計	70	256
真空蒸着装置	4	14
オージェ分析装置	17	80
エスカ表面分析装置	54	212
核磁気共鳴装置	58	382
トンネル顕微鏡	75	424
4軸型自動X線回析計	3	730
ラバープレス	26	14
超高压物性測定装置	11	62
光散乱光度計	0	0
光交流法比熱測定装置	8	160
FT-IR	37	44
レーザー粒径解析装置	64	114
高周波2極スパッタ装置	70	420
レーザーラマン分光光度計	341	246
X線吸収スペクトル測定装置	18	441
2次イオン質量分析装置	22	159
走査電子顕微鏡	374	2,323
登録機器名	件数	時間
多核FT-NMR	140	70

中央分析センター 工学分室利用状況

(平成14年1~12月)

センタ一機器名	件数	時間
超伝導核磁気共鳴吸収装置	466	1,154
ICP質量分析装置	1,608	359
X線回折計	1,609	1,707
エネルギー分散型蛍光X線分析装置	834	294
エネルギー分散型X線分析装置	464	529
走査型電子顕微鏡	446	769
走査型電子顕微鏡	62	78
走査型プローブ顕微鏡	297	540
フーリエ変換赤外分光光度計	713	622
熱分析システム	126	451
表面張力測定装置	1	1
材料試験機	181	49
イオンコーティング装置	39	28

登録機器名	管 理	件 数	時 間
超伝導核磁気共鳴吸収装置(AC-250P)	生体機能化学	1,301	
超伝導核磁気共鳴吸収装置(AVANCE500)		1,968	
単結晶高速自動X線構造解析装置		75	
ピコ秒蛍光寿命測定装置	機能組織学	10	103
円二色分散計		102(11)	705(36)
超高分解能走査型電子顕微鏡(S-5000)		324(2)	786(5)
固体高分解能NMR	生体機能化学	27	397
レーザラマン分光光度計		89(307)	461(390)
超高分解能走査型電子顕微鏡(S-5200)		472(1)	636(4)
高速比表面積・細孔分布測定装置	応用精密化学	96(3)	311(12)
示差走査熱量計		47	416
透過型電子顕微鏡		30(17)	205(49)
X線構造解析装置		254(3)	590(46)
レーザー顕微鏡		221(66)	378(145)
分光蛍光光度計	分子情報システム	14(400)	29(15)
X線回折計	分子・生物システム工学	437	576

()は他部門利用

第21回 中央分析センター講演会報告

平成15年3月14日、薬学部第一講堂にて、植田先生と岡崎先生に講演（座長：財津教授）をお願いしました。その時の講演要旨を掲載します。

(1) 機器分析によるタンパク質の構造と機能の解析

—リゾチーム変異体の解析を実例として— 九州大学大学院薬学研究院 植田 正

ニワトリリゾチームはグラム陽性菌を分解する溶菌酵素で、分子量14307の球状タンパク質である。ニワトリ卵白に豊富に含まれるので入手し易く、比較的安定なタンパク質なので取り扱い易い。そこで、古くから種々の機器分析により、その構造、機能の解析が行われている。本講演は、リゾチームをモデルタンパク質として捉え、種々のリゾチーム変異体の構造と機能について、機器分析を用いて解析した結果を述べる。

酵素は基質結合時に分子運動が向上する

Arg14とHis15はリゾチームが酵素反応を行う活性クレフトと反対側に位置する残基である。この2残基を欠失させた変異リゾチームは、野生型にくらべ活性が向上していた¹。この変異体の活性向上の理由をX線結晶解析、NMR、滴定型熱量計、表面プラズモン共鳴法により解析した。その結果、この変異リゾチームは基質と結合する際に、分子全体の内部運動が大きくなっていることがわかつた²。即ち、分子運動を大きくすることで、基質が酵素反応を受けやすい位置に結合しやすくなっていることが示唆された。基質結合時に酵素の分子運動が大きくなる現象は、リゾチーム（ヒト³、マウス⁴）やリボヌクレアーゼT1においても観測された。

タンパク質は変性状態でも長距離相互作用が存在する

野生型リゾチームを¹⁵Nで均一に安定同位体ラベル化した後に、内部のSS結合を還元アルキル化し、一本鎖リゾチームを調製する。その分子運動をNMRを用いて解析すると、野生型リゾチームでは一本鎖になつても（変性しても）いくつかの部位において局所構造が残っていることが示唆された⁵。¹⁵Nで均一に安定同位体ラベル化したリゾチーム変異体を同様に一本鎖にしてNMR解析した。その結果、野生型一本鎖リゾチームでは観測された局所構造が消失した。これは、変性した野生型リゾチーム内では一次構造上遠く離れたアミノ酸残基同士が相互作用していたことを示唆していた⁶。

タンパク質の内部に存在する空洞を埋めることで熱安定性が増す

タンパク質内部の充填密度はかなり高いことが知られているが、リゾチーム分子内部には小さい空洞が存在している。その空洞を埋めるため種々の変異リゾチームを調製し、それらのX線結晶解析構造を測定した。一方、種々のリゾチーム変異体の安定性を示差走査熱量計で測定した。その結果、空洞が埋まるにつれ次第にリゾチームの熱安定性が増すことがわかつた⁷。

添加剤共存下でのタンパク質の劣化の抑制

タンパク質のアミノ酸残基の化学変化やタンパク質同士の凝集等は、タンパク質の劣化を引き起す。リゾチームの劣化を抑制する添加剤の劣化抑制機構についてUV、CD、蛍光を用いて解析した。その結果、添加剤によりリゾチームの変性構造に何らかの構造が誘起されていることがわかつた。また、CDスペクトルを用いて算出した種々のタンパク質の安定性を指標に、タンパク質を安定化する添加剤の構造について解析した⁸。

（引用文献） 1.Iimoto et al. (1994) Protein Eng. 2. Mine et al., (1999) J. Mol. Biol. 3. Mine et al., (2000) Protein Sci. 4. Obita et al., (2003) Cell. Mol. Life Sci. 5. Schwalbe et al., (1997) Biochemistry 6. Klein-Seetharaman et al. (2002) Science 7. Ohmura et al. (2001) Protein Sci. 8. Masumoto et al., (2002) Protein Peptide Lett.

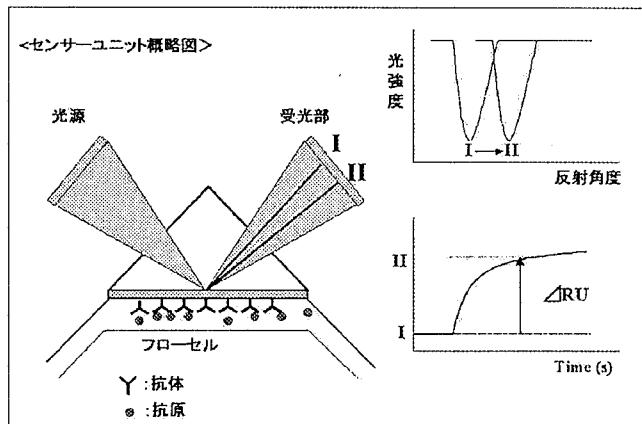
(2) 相互作用測定プラットホームとしての表面プラズモン共鳴センサー

ピアコア株式会社 岡崎一生

【はじめに】 新世紀の生命科学研究では、ポストゲノム研究領域として、プロテオミクスが注目されている。プロテオミクスの大筋は、目的蛋白質の発現、精製→構造解析→機能解明であり、構造解析については質量分析、X線結晶構造解析あるいはNMRといった解析技術の発展により、蛋白質構造についての詳細な情報が入手可能となってきた。また、機能解明については、目的蛋白質と結合パートナーとなる生体分子との詳細な相互作用解析が必須となる。さらに、構造解析により得られた情報をもとに新規の薬物を開発していく段階においても、合成化合物と蛋白質との相互作用測定は大切な検討項目となる。Biacoreシステムにおいては、分子標識の必要なしに、特異的相互作用について結合反応から平衡状態および解離反応までをリアルタイムに測定することが可能となった。測定操作は相互作用の片方の分子をセンサー表面に固定化した後、マイクロ流路系を介して反応物質を含む試料溶液を添加することにより、センサー表面でおこる特異的相互作用を微細な質量変化として測定する。その測定原理に表面プラズモン共鳴（Surface plasmon resonance; SPR）とよばれる光学現象を採用することで信頼性の高い測定がおこなえる。直接得られた反応速度をもとに、結合反応速度定数(kon)および解離反応速度定数(koff)の算定ができ、より詳細な機能解析が可能である。流路系により試料溶液を順次添加することで、複合反応の検討にも応用される。また、分子認識機構の多くは生体膜表面で起こっていると考えると、相互作用測定においても目的物質をセンサー表面に固定化して相互作用の相手となる分子を添加する測定系は、従来の溶液系の測定と比較して、より生体内の環境を再現したものと考えられる。今回のセミナーにおいては、本装置を用いた相互作用測定データ解析を説明し、相互作用測定に基づく機能解明の応用例として、創薬へのアプローチおよび日本人研究者の装置利用を紹介する。

【測定原理】 測定原理図は下図に示すように、マイクロ流路の測定フローセル部分にセンサーチップ（金薄膜）およびプリズム

を設置して、センサユニットを形成する。センサーチップにむけて波長760nmの偏光を照射して、プリズムを介して全反射させると、屈折点においてエバネッセント波とよばれる微弱なエネルギー波が生じる。また、センサー表面においては自由電子が波型で運動していく、これを表面プラズモン波とよぶ。エバネッセント波の一部は表面プラズモン波の励起に使用され、反射光の特定の角度にエネルギーの減衰がみられる。受光部分にダイオードアレイを設置して各ダイオードにおける光強度をとると、エネルギー減衰した反射角度がいわゆる光の“谷”として検出される。この現象を表面プラズモン共鳴とよぶ。センサー表面の質量変化により共鳴角度が変化することから、センサー表面における特異的相互作用に伴う質量変化を、光の“谷”的動きとしてリアルタイムに測定することが可能となった。例えば、センサー表面上に特異的抗体を固定化した後、抗原を含む試料溶液を添加した場合、表面上で生じる特異的な結合反応により質量変化が生じ、光の“谷”はI→IIシフトする。質量変化をレゾナンスユニット(RU)で測定するが、1,000RUは1ng/mm²の質量変化に相当する。実際の測定においては十数RUの変化より検討可能となる。



【特異的相互作用測定】 Biacoreシステムを使用した生体分子間相互作用の測定は、(1)リガンドのセンサー表面への固定化、(2)特異的相互作用の測定、および(3)データ解析といった操作段階により進行する。以下に各段階の要点を述べる。

(1) リガンドのセンサー表面への固定化

センサー表面に固定化する物質をリガンドとよぶ。相互作用測定のための第1段階として、リガンドのセンサー表面への固定化はきわめて重要な段階となる。固定化用リガンドは精製された試料が推奨され、タンパク質の場合、純度80%以上が望ましい。精製されたリガンドを固定化することで、センサー表面で生じる反応を特異的な相互作用として検討することができる。タンパク質、核酸、糖質あるいは脂質といったあらゆる生体分子の固定化が可能であり、リガンドの種類および相互作用測定のためにあわせて固定化方法およびセンサーチップの選択ができるようになっている。タンパク質等分子内にアミノ基を持つリガンドであれば、センサー表面の金薄膜がカルボキシメチルデキストランでコーティングされたセンサーチップを使用して、一旦N-ヒドロキシサクシミド基で活性化した後、直接置換させ固定化する。また、適当な試薬を用いてのチオール基あるいはヒドラジン基を導入することが可能である。核酸あるいはヘパリンなどの多糖類はビオチン化することで、既にストレプトアビシンを固定化したセンサーチップがあり、ビオチンーストレプトアビシンの結合を介して、比較的簡便に安定なセンサー表面を調製することができる。脂質についてはリポソームを調製して、疎水膜をコーティングしたセンサー表面あるいはデキストラン層にC18基を導入したセンサー表面に添加することで、疎水吸着を利用した脂質単層あるいは二重層での固定化をおこなう。現在、10種類のセンサーチップが入手可能である。

(2) 特異的相互作用の測定

リガンドを固定化したセンサー表面に、結合性を示す試料を含む溶液を添加すると結合反応にともない測定値は上昇し、バルブの切換で緩衝液を流すことで解離反応が開始され測定値は減少する。ある程度解離反応を測定した後、塩濃度やpHを変化させたり、結合競合物質を添加するといった適当な条件で残存する結合物質のみをセンサー表面から除き、表面を再生することができる。再生されたセンサー表面はリガンドの安定性に依存して繰り返し測定が可能となる。得られた相互作用測定グラフをセンサーグラムとよぶ。Biacoreシステムの測定原理はセンサー表面の質量変化であり、センサーグラムには特異的相互作用にくわえて、測定試料溶液そのものによる質量変化およびデキストラン層に対する非特異的吸着が含まれる場合もある。相互作用測定の際には、リガンドを固定化していない対照ブランクセンサー表面にも測定試料溶液を添加しての非特異的応答の有無を確認する必要がある。ほぼすべてのBIACOREシステムにおいて、測定中にリガンド固定化センサー表面で得られたセンサーグラムから対照センサーグラムを差し引くことで、特異的相互作用センサーグラムが同時に得られる。

(3) データ解析

システムに付属したソフトウェアを利用して、センサーグラムの重ね書きによる比較検討、キネティクスパラメータ(k_{on} および k_{off})の算定および濃度計算が比較的容易におこなうことができる。相互作用測定点は測定開始0秒から1秒間隔で設定されており、各測定点において反応速度が実測値として記録される。得られた反応速度をもとにセンサーグラムの反応曲線に理論式をあてはめていく、非線形解析法によりキネティクスパラメータ(k_{on} および k_{off})の算定する。また、きわめて速い解離反応速度をもつ相互作用については、試料添加直後に平衡状態となり、添加終了時にはベースラインにもどり、キネティクス解析は困難となるが、濃度依存的な平衡値をもとに、飽和曲線を作成することで、比較的短時間のうちに平衡定数(K_d あるいは K_a)の算定を行うことができる。

【応用例】**(1)創薬へのアプローチ**

従来の薬物スクリーニングにおいては、平衡定数をもとに薬物の選別が行われていたが、構造活性相関あるいは薬効予測等についての情報は不充分だと考えられた。Biacoreシステムにおいて算定された複数の化合物と目的蛋白質との各キネティクスパラメータ(k_{on} , k_{off})について、 k_{on} および k_{off} を座標軸にとり、各薬物をプロットすることで、より効果的な定量的構造活性相関の検討が試みられている。また、薬物動態スクリーニングにおいても、従来の吸収試験あるいは血漿蛋白質との結合試験についても、Biacoreシステムを用いることで効率のよい検討が可能となる。

(2)日本人研究者の装置利用

大規模プロテオーム解析プログラムにおいて、蛋白質複合体のセンサー表面での精製が試みられており、精製された複合体については、質量分析による構成蛋白質の同定が進められている。また、酵母ツーハイブリッド法と組み合わせた新規相互作用蛋白質の同定あるいは Cross Saturation NMR 法と組み合わせた蛋白質相互作用領域の詳細な解析等、複合測定技術のプラットホームとして、Biacore は利用されている。

【まとめ】 Biacoreシステムを用いた生体分子間の相互作用測定技術は、今後、新規相互作用物質の探索、相互作用のデータベース化およびプロテオーム創薬といったプロテオミクス研究における測定プラットホームとしての利用が期待される。

最後に生体分子間の特異的相互作用測定のポイントをあげる。

- | | |
|---|--|
| ① 添加試料濃度は一定
③ 濃度依存性を確認する
⑤ 高い試料処理能力 | ② レファレンスをとり、非特異的レスポンスを確認する
④ 再現性を確認する |
|---|--|

お知らせ

- (1) X線光電子分光分析装置の定期点検を行いました。
- (2) オージェ電子分光分析装置の修理を行いました。
修理箇所……アルゴンエッティング部のオートバルブの交換及びアノード交換
- (3) NMR装置(500MHz)の修理を行いました。
修理箇所……プリンター交換、コンプレッサー交換、液体窒素温度センサーの整備、ガスフロー状態の改善
- (4) FT-IR装置……TGS検知器の交換。
- (5) 登録装置募集中です。

中央分析センターでは、全学的な分析機器の共同利用の一層の充実を図るために、随時「登録装置」を募集しています。
「登録装置」システムは学内での共同利用を可能にするものです。

登録装置 QandA

- 利用料金は？／各研究室でご自由に設定可能です。全額研究室に移算されます。
- 利用料金の計算は？／利用料金の計算及び移算手続きは分析センターが代行します。
- 装置の設置場所は？／現在設置されている場所です。移動する必要はありません。
- 負担が大きくなるのでは？／負担分を考慮して、利用経費を設定して下さい。
- 面倒では？／否定はできませんが、全学的視点から装置が効率的に利用でき、学内の相互協力に寄与しているというメリットをお考えいただければ幸いです。
- 手続きは？／登録装置システムにご賛同いただけましたら、「装置登録依頼書」(用紙はダウンロードするか、センターに要求して下さい)に必要事項をご記入の上、分析センターへお送りいただけます。

訂 正

前回号(Vol. 22, No.1)のセンターニュース(6)ページ、共同利用機器一覧…筑紫地区…No.12を下記のように訂正します。

(誤)多核種用FT型NMR(JNM-FX100) → (正)LA600型FT-NMR

編集後記

ある日、洋画家の方がラピスラズリなる鉱石（アフガニスタン産）を持って来られました。この鉱石は油絵の青の顔料だそうです。乳鉢で粉末にすると、粒径サイズによって、深い青から淡い青まで、多彩な青が出ますが、そのサイズと色の濃さが美術学会で意見がことなるそうです。その点をはつきりさせたいとのことで、粒径分布測定装置でいろいろ調べましたが、思うような結果が出ず、最終的には電子顕微鏡(SEM)で撮影して、粒径を調べました。分析センターにいると、いろんな人からの問い合わせ、依頼が来ます。

九州大学中央分析センターニュース

第81号 平成15年6月1日発行

九州大学中央分析センター（筑紫地区）
〒816-8580 福岡県春日市春日公園6丁目1番地
TEL 092-583-7870/FAX 092-593-8421

九州大学中央分析センター工学分室（箱崎地区）
〒812-8581 福岡市東区箱崎6の10の1
TEL 092-642-3832/FAX 092-642-3832

ホームページアドレス
<http://www.bunseki.cstm.kyushu-u.ac.jp>