

**福島県立医科大学
総合科学教育研究センター 紀要**

Volume 2 November 2013

公立大学法人 福島県立医科大学
総合科学教育研究センター

総説

うつと免疫と骨密度

志賀 令明

福島県立医科大学看護学部総合科学部門（心理学）

Received 10 September 2013, Accepted 26 September 2013

精神神経免疫学のはじまり

こころのありようが自律神経系や内分泌系に大きく影響することはセリエやキャノンの時代から知られていた。ストレスによる高血圧や消化性潰瘍が起こることが事実として明らかになったのは 1950 年代ころである。こころとこれらの自律神経系や内分泌系のつながりは、主に情動の中枢である視床下部が、ストレスによりコルチコトロピン放出ホルモン (CRF: corticotropin-releasing factor) を分泌し、下垂体から ACTH (adrenocorticotrophic hormone) が分泌され、それにより副腎髄質からはアドレナリンが、皮質からはコルチゾールが分泌され、ストレスに対して対処しようとする機能が生体には備わっているという知見によって支持されるものとなった。

丁度その頃、ホームズらは季節性のブタ草による枯れ草熱をもつ若い女性を対象にして、個人的な葛藤について論議するという精神的なストレスを加えた場合、鼻の分泌液中での好酸球が有意に上昇することを見いだした(1951)。好酸球は免疫担当細胞の一つで、そのような意味では精神的なストレスが炎症を増大させることの証拠はこの時点で見いだされたと言ってもよい。

しかし本格的に、こころと免疫系とのつながりが示されたのは、それからしばらく経ったエイダーらの実験[1]によるものだった。エイダーらは、ラットに条件刺激としてサッカリンを含んだ水を飲ませ、その後 1 回だけ免疫抑制作用と嘔吐作

用を持つシクロフォスファイドを無条件刺激として注射した。その後、条件刺激であるサッカリンを含んだ水を沢山飲んだラットが感染症などに罹患して死亡したので、エイダーらは、条件反応として免疫抑制作用が起こったと考えた。つまり「学習」という脳内での神経活動が、結果的に免疫系にも影響を与えることを見いだしたのである。

その後、グレイサー[2]らが、医学生を対象にして、試験の前と試験中に EB ウイルスの抗体価を調べ、ストレスのかかる試験中に抗体価が上昇すること、また試験ストレスによって学生の T リンパ球の活性が低下することをも見だし、ストレスと免疫系には強い関係のあることを見いだした。1980 年代後半のアメリカで精神神経免疫学の基礎が作られたと言ってよい。

情動ストレスと脳内活動

情動ストレスにも多くの種類があるが、生物が生命維持を図るのに欠かすことができないのは「不安」である。人間は天敵を持たないが、他のほ乳類などは天敵を持つ。たとえばウサギは狐を恐れ、ネズミは猛禽類を恐れる。彼らが生き延びるためには、「自分を補食する敵」から自分を守らなければならない。それ故、ウサギもネズミもきょろきょろと敵を探し、それらしいものを見つけるとさっと安全なところに引きこもるのである。

この不安を司っている脳の中核の一つに「扁桃体」と呼ばれる核がある。大脳辺縁系に属する海馬の先端付近両側に存在する。

たとえば最近の画像研究では、一般的に「社会的に見て危険性が高い」と判断される表情をした対象に対し、左扁桃体の機能低下が見られる自閉症の患者では、不安を感じることなく接近してしまうことが報告されている[3]。これは一見勇敢な行為のようではあるが、自らの生命を危険にさらす行為でもある。

他方、外傷後ストレス障害(PTSD)や大うつ病ではこの扁桃体活動が活発化しているという報告もある。これらの症状を示す者では、心的外傷を受けた刺激に類似した刺激に遭遇するとストレス反応がフラッシュバックするパニック体験や、中立である刺激を自分にとって悪いように悪いように認知する傾向が強い。扁桃体の機能低下ないしは亢進は、不安の量と質に大きな影響を与えと考えられる。

これまでの研究では、扁桃体と視床下部は密接な関係を持つことが知られている。シュナイダーは解決不能な課題を提示したときには、扁桃体と視床下部の双方の血流が上昇することを見いだしている。

つまり扁桃体で活動の亢進が生じると視床下部の活動も亢進すると考えてよいだろう。視床下部は「情動」の中核であるとよく言われるが、扁桃体の活動亢進により、視床下部の室傍核が刺激され、CRFが分泌される。CRFは下垂体を刺激しACTHを分泌させ、ACTHは副腎髄質と副腎皮質の双方を刺激し、前者からはアドレナリンを、後者からはコルチゾールを分泌させる。周知のようにアドレナリンは交感神経を刺激し、緊急反応を形成する。他方、コルチゾールも緊急状態に対処すべく糖新生を促進するが、糖新生のために蛋白分解される標的器官には胸腺も含まれる。

胸腺の萎縮と免疫能低下

胸腺は、皮質と髄質の二層に分かれており、皮質には比較的未分化な胸腺リンパ球が詰まっており、皮質から髄質に向かって胸腺リンパ球は成熟し、やがて成熟Tリンパ球に変換されていく。人間では胸腺は思春期に萎縮し始め、皮質が脂肪組織に置き換わっていく。皮質胸腺リンパ球がコルチゾールに対して感受性が高いために、不安や抑うつなどを伴う情動状態が生じコルチゾール濃度が上昇すると、結果的に胸腺の蛋白分解（萎縮）が生じる。発達的に見ても、成人期では胸腺の髄質は存続するが、皮質はほとんど残存していない。

情動ストレスが強かったり、長続きすると、扁桃体-視床下部-下垂体-副腎皮質の一連の活性化により、血中コルチゾール濃度が高まり、胸腺皮質が萎縮し、Tリンパ球の成熟が阻害される。並行して、コルチゾール濃度の上昇は免疫反応を抑制すると考えられている。TGF β 産生を促進する。Tリンパ球の成熟の阻害は結果的にBリンパ球による抗体産生をも低下させるので、全般的な免疫が低下することになる。つまりストレスは副腎皮質ホルモンの濃度上昇を招くことで免疫力を低下させるといえる[4]。

代償としての貪食細胞活性化とサイトカイン

ストレスによる免疫低下は、その代償作用として貪食細胞系による免疫能を賦活すると想定されている。貪食細胞とは、単球・補体・マクロファージ・NK細胞などの細胞群を指す。これらは生体内に侵入してきた病原微生物に対し、直接攻撃をしかける役目を果たすが、その際に微生物に「感作」され、サイトカインを放出する。サイトカインとは、いわばメッセンジャータンパク質であり、分子量の小さな細胞間情報伝達の可溶性因子である。たとえばマクロファージが微生物を貪食するとサイトカインが放出され、Tリンパ球

系の活性化が生じ、並行して B リンパ球系の抗体産生能力も上昇する。

このサイトカインの中に、インターロイキンと呼ばれる種類のものがあり、この中でも特にストレスに関連が強いのはインターロイキン 1- β (IL-1 β)である。

IL-1 β は感作されたマクロファージから分泌されることで様々な免疫担当細胞を活性化させるがそれ以外にも多くの機能を有している。たとえばわれわれがインフルエンザに罹患したときに、ウイルスに遭遇したマクロファージはウイルスを貪食しながら IL-1 β を放出する。IL-1 β は血液の流れに乗って、血液脳関門を通過し、脳に流入し、受容体のある脳の部位に付着する。その結果、中枢神経系では、発熱、脳の PGE2 合成促進、ACTH 分泌増加、REM 睡眠の減少、徐波睡眠の増加、食欲の低下などのような作用をもたらすことが知られている。この他に、免疫学的な効果としては、T リンパ球の活性化、B リンパ球の活性化、NK 細胞の活性化、マクロファージの細胞障害作用の促進などが知られており、並行して副腎皮質からのコルチゾールの分泌促進をも引き起こす。

視床下部と IL-1 β

動物実験では、側脳室に IL-1 β を注入すると、不安行動が増加するという報告がある。また動物に拘束ストレスをかけると視床下部での IL-1 β mRNA が上昇することも報告されており[5]、ストレスが間脳や辺縁系でのサイトカイン連鎖に異常をきたすことが推測される。IL-1 β は視床下部や海馬などのノルエピネフリン、ドーパミン、セロトニンの合成に影響すると考えられており、特にうつ病ではセロトニン神経系の障害が想定されているので、IL-1 β はこれらの部位でのセロトニン合成の基礎になるトリプトファンの減少をもたらしている可能性が示唆されている。いず

れにせよ、うつ病患者では視床下部での IL-1 β 濃度の上昇が見られるだけではなく、並行して血漿中でも IL-1 β 濃度が上昇することが報告されている。これらのうちどちらが原因であり結果なのかは未だに明確ではないが、まず情動ストレスにより視床下部-下垂体-副腎系の亢進が起こり、その結果副腎皮質からコルチゾールが分泌され、胸腺の萎縮が生じ、T リンパ球系・B リンパ球系の免疫体制に弱体化が生じ、その代償として貪食細胞系が活動を亢進させ、マクロファージからのサイトカイン放出が起こり、血漿中の IL-1 β が上昇し、それが血液脳関門を通じて視床下部にいたり、亢進した IL-1 β mRNA により視床下部でも IL-1 β 濃度の上昇が起き、それがセロトニン系の代謝に影響を与えるだけではなく、視床下部からの CRF 放出の増加により、更に高コルチゾール血漿を引き起こすという悪循環が起こっている可能性が示唆される[6]。

対象喪失と抑うつの精神病理

ヒトに限らずほ乳類は愛着と依存の対象を持つ。その代表的な対象は母親である。いうまでもなくほ乳類は母親からの授乳がなければ生命を維持することができず、生命維持という観点からも個体が一定年齢まで成熟するには母親の存在を欠かすことができない。新生児が持っている母親の養育行動を引き出す能力を「愛着行動」と呼ぶ。

この愛着行動は幼い時期にのみ備わっているのではなく、人間の場合、一生の間、形や性質を変えながら持続する。精神分析的にはこの愛着行動を引き起こす心理的なエネルギーをリビドーと呼び、リビドーは「対象希求性」と訳されることもある。人間の場合、発達的に見れば、新生児期～乳児期では母親、幼児期では祖父母などを含む養育者一般や同じ年齢の友達にまで広がり、児童期～思春期では同性・異性の友人にまで拡大し、

青年期から成人期では職業や社会的な役割、あるいは配偶者や新しく形成された家族に拡大する。

一般的にこの愛着や依存の対象の喪失は「抑うつ」に結びつくと考えられている。その代表的なものはボールビーの唱えた「乳幼児抑うつ (anaclitic depression)」であり、母親と長期分離を余儀なくされた乳幼児は、最初は母親を捜し、泣き叫び、怒りを示すが、やがて絶望に陥り、最後には母親に対して無関心になってしまうという一連のこころの働きである。成人期ではホームズとラーエが行った「生活変化体験」の積み重ねが一定以上になるとどんな人でも抑うつ状態を呈しうる、という研究がある。配偶者との離別（死別、離婚、別居など）、家族の死、けがや病気、失業や転職、配置転換などの日常生活を大きくかき乱すような事態が積み重なると、心身の不調が生じるという研究である。

一般的には、この対象喪失は、特に「愛着や依存の対象と一体化・融合することで自らの生命的なエネルギーを高揚させる」気質や性格特徴を有した人で、より大きなダメージを与えるものと考えられている。その中でも、テレンバッハの提唱した「メランコリー親和性格」の持ち主は、もともと几帳面で小心で、自分なりの秩序に従って生きようとする傾向が高く、それゆえ、自らの秩序性が揺らがされるような変化体験により、依存対象の喪失が生じ、生きるエネルギーの低下＝うつ病を発症させやすいという[7]。

テレンバッハの後継者であるクラウスは、このメランコリー親和性格の概念を更に発展させ、うつ病に親和的な者では、その人格構造の基盤に対人関係障害があることを仮定した。対人関係障害を潜在させているからこそ、社会生活で対人関係を円滑にするための道具である「役割性」への固着・同一化が生じ、役割の喪失は自己の喪失につながると考えた[8]。この視点から、社会的な役割が固定化することが多い成人期以降でのうつ病

が、役割の喪失や変化をもたらす体験によって引き起こされるという説明が可能である。

自らに潜在する対人関係におけるストレス脆弱性を、秩序や役割と自己との一体化を図りながら補って適応的に生活しようとするメカニズムがうつ病の病前性格のなかに刻まれている。

抑うつと骨密度と精神神経免疫学との関係

先に「適応的に生活しようとする事」がうつ病の病前性格に特徴的であるとしたが、見方を変えれば状況に「過剰適応」しようとする傾向の高い人ほど潜在的に抑うつ親和性を持っているとも考えられる。

われわれは若年ないしは中高年女性を対象にして超音波法による骨密度測定を行ったが、そのなかで各年代の平均値よりも明らかに低い骨密度を呈する一群がいることを見出した[9]。

それらに対し各種心理検査を行い、特に Y-G 性格検査や POMS などのような情緒の状態を計測する検査で、抑うつ尺度得点が高いもので超音波法ないしは DXA 法による踵骨骨密度が低いことを見出した[10]。

これらに対し、抑うつの指標である血漿中のコルチゾールおよび IL-1 β を採取し、骨密度および抑うつ尺度得点との関連を探ったところ、骨密度が同じ年代の平均値よりも低い値を示す女性では、抑うつ尺度得点と、コルチゾール・IL-1 β 濃度が高いことが知られた[11]。

コルチゾールおよび IL-1 β には骨吸収を促進する機能があることが知られており[12]、結果的に抑うつ親和性の高い女性では骨吸収が促進され、骨密度が低下することが示唆された。

一般的に女性の骨量減少は閉経に伴って生じると考えられやすいが、われわれの知見では閉経以前でも、気分の落ち込みを示しやすい女性は骨密度の低下を示すことが明らかになった。

将来の骨粗しょう症を予防する意味でも、抑う

つ親和性の高い女性に関しては、骨密度計測を定期的に行い、骨量減少を防ぐことが重要であると考ええる。

引用文献

- [1] Ader R & Cohen N 1993 Psychoneuroimmunology: Conditioning and Stress. Annual Review of Psychology, 44, 53-85
- [2] Glaser R et al 1993 Stress and the memory -cell response to Epstein-Bar virus in healthy medical students. Health Psychology, 12, 435-442.
- [3] Adolphs R et al 2001 Abnormal processing of social information from faces in autism. Journal of Cognitive Neuroscience, 13, 232-240.
- [4] 佐藤 徳 2004 情動評価ならびにその調整に関わる神経システムについて 心理学評論 47 (1), 119-142.
- [5] 堀 哲郎 2000 神経・内分泌系とサイトカイン 平野俊夫 (編) サイトカインの最前線 pp95-110 羊土社
- [6] 神庭 重信 1997 脳内ストレスにおけるインターロイキン1の関与 山脇成人 (編) 感情障害と神経・免疫・内分泌 pp71-79 新興医学出版社
- [7] テレンバッハ H 1985 メランコリー (木村 敏訳) みすず書房
- [8] クラウス A 1983 躁うつ病と対人行動 (岡本 進訳) みすず書房
- [9] 志賀令明、他 1996 若年女子踵骨 stiffness の上昇過程に関する研究 日本産科婦人科 学会雑誌 48 (11), 1085-1092.
- [10] 阿原美生、他 2000 若年女子抑うつ傾向と DXA 法踵骨 BMD 心身医学 40(1), 59-60.
- [11] 志賀令明、他 2005 情動ストレスが骨吸収マーカー (NTx) に及ぼす影響について 心身医学 45(1), 35-42.
- [12] 高橋直之 骨吸収 2003 福永仁夫 (編) 実践 骨代謝マーカー pp39-52. メジカルビュー社

目 次

論文

(総説) うつと免疫と骨密度	志賀 令明	1
----------------	-------	---

総合科学研究会報告

2012 年 6 月以降に開催した総合科学研究会プログラム	8
-------------------------------	---

(講演録) チェルノブイリ報告 ～ウクライナ・ベラルーシ福島調査団に参加して～ 第 23 回総合科学研究会 (2012 年 6 月 13 日)	福田 俊章	9
---	-------	---

(講演スライド) アフィニティーキャピラリー電気泳動 ～電気泳動による分子間相互作用解析～ 第 24 回総合科学研究会 (2012 年 10 月 3 日)	志村 清仁	17
---	-------	----

総合科学研究会報告

2012 年 6 月以降に開催した総合科学研究会プログラム		8
(講演録) チェルノブイリ報告 ～ベラルーシ・ウクライナ福島調査団に参加して～ 第 23 回総合科学研究会(2012 年 6 月 13 日)	福田 俊章	9-16
(講演スライド) アフィニティーキャピラリー電気泳動 ～電気泳動による分子間相互作用解析～ 第 24 回総合科学研究会(2012 年 10 月 3 日)	志村 清仁	17-23

これまでに開催した総合科学研究会プログラム

- (1) チェルノブイリ報告～ウクライナ・ベラルーシ福島調査団に参加して～
藤野美都子、福田俊章（医学部人間科学講座 人文社会科学）
第 23 回総合科学研究会、2012 年 6 月 13 日（水）、午後 4 時半～午後 6 時
第 3 ゼミナール室（4 号館＝旧医学部総合科学研究棟 5 階）
- (2) アフィニティーキャピラリー電気泳動～電気泳動による分子間相互作用解析～
志村清仁（医学部自然科学講座 化学）
第 24 回総合科学研究会、2012 年 10 月 3 日（水）、午後 4 時半～午後 5 時半
第 6 講義室（4 号館＝旧医学部総合科学研究棟 2 階）
- (3) ベラルーシ共和国訪問報告
相楽航（医学部 3 年生）
第 25 回総合科学研究会、2013 年 3 月 19 日（火）、午後 4 時半～6 時
第 5 講義室（4 号館＝旧医学部総合科学研究棟 2 階）
- (4) 福島県立医科大学医学部の入試状況について～入試データの解析
岡田達也（医学部自然科学講座 数学）
第 26 回総合科学研究会、2013 年 3 月 28 日（木）、午後 4 時半～6 時
第 5 講義室（4 号館＝旧医学部総合科学研究棟 2 階）
- (5) 言語と非人間的なるもの：G. Orwell, *Nineteen Eighty-Four* の意味論的探求
Language and the Inhuman: A Semantic Approach to G. Orwell's *Nineteen Eighty-Four*
亀田政則（総合科学教育研究センター・人文社会科学系領域）
第 27 回総合科学研究会、2013 年 7 月 10 日（水）、午後 5 時～6 時半
S302 教室（8 号館＝旧看護学部棟 3 階）

ベラルーシ・ウクライナ福島調査団に参加して¹

福田 俊章

福島県立医科大学医学部人間科学講座（人文社会科学）

要旨 報告者は福島県内の自治体関係者や実務家、研究者を中心に組織された「ベラルーシ・ウクライナ福島調査団」（2011年10月31日から11月7日）に参加して、チェルノブイリ原子力発電所事故で被災したベラルーシ共和国とウクライナにおける様々な取り組みと両国の現状を視察して来た。本報告ではその視察過程で報告者が考えたことや感じたことを率直に語ると共に、日本と両国との相違点の1例として耕作地のあり方や除染に対する考え方の違いを紹介する。

1. はじめに——チェルノブイリに行くことにして

まずは、2011年3月に福島第1原子力発電所事故が起きた時、報告者が何を思ったかを率直に語っておいた方がよかろう。報告者はこれまでも原発に懐疑的な思いをもっていたとはいえ、だからといってはっきりと原発に反対の意思表示をして来たわけではない。それを棚に上げて、今さら偉そうなことを言えたものではない。個人的にはそう思わずにはいられなかったのである。

実際、「今の自分は安全なのか？」という問いと「原発をこの先どうすべきか？」という問いとではその次元がまったく異なると言わなくてはならない。たとえ福島市にいる自分が安全でも、福島第1原発の構内で作業をしている人たちはかなりの危険を冒しているはずである。そうした人たちの危険の上に自分の「安全」はある。それは何も事故が起きてしまってから初めてそうだったのではない。元からずっとそ

うだったのである。

逆に言って、たとえ今の自分が「安全」だからと言って、原発の危うさがどこかに消えてしまったわけではない。反原発ないし脱原発を標榜するために「自分たち（あるいは、君たち）は危ない」と連呼するのはどこかおかしい。「自分たちが危ないから原発はいけない」のではない。「自分たちは安全でも、その自分たちの安全が他の人たちの犠牲の上に成り立っているから原発はおかしい」のである。そういう意味では、「自分たちが安全だからこそ、原発はおかしい」と言わなくてはならない。「『安全だ』と言う人間は原発推進派ないし容認派で、反原発派ないし脱原発派は『危ない』と言わなければいけない」かのような言説は思考停止に陥ってはいないだろうか。そうした言説の氾濫に報告者は2011年3月半ば以降、正直言って気が変になりそうであった。

そうしたところに、福島大学副学長（当時）の清水修二先生を団長とする「ベラルーシ・ウクライナ福島調査団」に参加しないかとのお誘いがあり、それに加わることにした。同調査団は2011年10月31日から11月7日の足かけ8日間にわたってチェルノブイリ原子力発電所事故で多大な被害を受けたベラルーシ共和国と当のチェルノブイリ原発が所在するウクライナの2ヶ国を訪問した。参加者は福

¹ 本稿は2012年6月13日に福島県立医科大学において開催された第23回総合科学研究会での報告を元にとまとめられたものである。当日は「行って来ましたチェルノブイリ～チェルノブイリ調査報告番外篇～」と題して、報告がなされた。

島県内の自治体関係者、農協や生協、森林組合、医療生協など生活協同組合関係者、福島県内を中心とした研究者など総勢31名であった（他に旅行者の添乗員の方、県内外の報道関係者が同行した）。

同調査団は様々な立場の人が参加しえた希有の調査団だったと言ってよい。しかし、その中で報告者は「戦力外」のような存在でしかなかった。そもそも被災者ではないし、放射線や医療、災害の専門家でもない。情けないことに、報告者は原発事故の「傍観者」でしかなかった。今回の調査団には1人の市民として参加することにしたのである。

そもそも、チェルノブイリに行って何が判るというのか。確かに、向こうに答など単純に転がっているはずがない。そもそも、人に「答を教えてもらおう」という態度は間違っていないだろうか。むしろ、向こうに答が転がっていないからこそ、わざわざ自分たちで調べに行くのだろう。模範解答が転がっているなら、それを手紙かメールで教えてもらえばすむのである。そう思いながら、現地に赴くことにした²。

2. 調査旅行の概要

はじめに、調査団の日程と訪問先を簡単にまとめておこう。2011年10月31日に成田空港を出発した調査団は空路モスクワ経由でベラルーシ共和国の首都ミンスクに入った。

11月1日はミンスクの国家非常事態省と国

² 本報告は同調査団の客観的な報告を意図したものではない。これについては、同調査団の公式報告書である『ベラルーシ・ウクライナ福島調査団報告書』（2013年6月）に譲りたい。本報告は同調査団に参加した1個人が向こうで何を考え、何を感じて来たかということの報告である。その内容に普遍性はないかもしれないが、偏頗な心が時として事柄の真実を映し出すこともあるのである。

家国境警備隊とを訪問、翌2日は陸路専用バスにてベラルーシ第二の都市で原発事故被害が深刻だったゴメリに移動し、当地にある国立放射線学研究所と放射線医学・人間生態研究所とを訪問した。3日にはチェルノブイリ原発からわずか20キロ弱ながらも奇蹟的に被災を免れたブラーギン地区コマリンに移動、コマリン中等学校併設地域情報センターやコマリン村地域病院を視察した。その後、調査団は陸路国境を越えてウクライナの首都キエフに入った。

11月4日はキエフ市内にある国立チェルノブイリ博物館と放射線医学研究所とを訪問し、翌5日は丸1日をかけてチェルノブイリ原子力発電所とその周辺を視察した。6日は原発事故で避難して来た人たちやその支援者たちで組織された市民団体「ゼムリヤキ」をキエフ郊外に訪問、交歓する機会をもつことが出来た。そして、その日のうちに帰国の途につき、キエフから空路再びモスクワ経由で11月7日の朝成田に戻ったのである。

さて、調査団はまずチェルノブイリ原子力発電所事故で最も深刻な被害を受けたベラルーシ共和国を訪れた。『「不思議の国」ベラルーシ』³という本があるが、まことにベラルーシは

³ 服部倫卓『不思議の国ベラルーシ ナショナリズムから遠く離れて』岩波書店、2004年。同書はベラルーシを訪れる機会を得た報告者にはきわめて興味深い一書であった。他にも、金澤茂、宮内尚、青森・チェルノブイリ子ども支援ネット『チェルノブイリへの小さな旅 ベラルーシ ウクライナ 原発事故被災地に行く』北の街社、1997年や金澤茂ほか『遥かなるチェルノブイリ 青森・チェルノブイリ子ども支援ネット 第五回支援・調査団の記録』北の街社、2003年は共に小冊ながらも著者たち共々はあるかなるチェルノブイリに思いを馳せざるをえなかった。両書には「とにかく記録を残す」ことの意義を改めて思わされた。なお、最近になって早坂真理『ベラルーシ 境界領域の歴史学』彩流社、2013年なる書物も刊行されている。

「不思議の国」であった。街を歩いてみると、「1国丸ごと旧ソ連のテーマパーク」と言われたりする意味が判ったような気になる。1人1人の市民はどこかで「自分」を隠して生きているのではないか。そうした統制国家の風情を感じずにはいられなかった。アメリカ合衆国とは事実上は断交中であって、「英語の通じない国」というのも新鮮なものがある。もちろん、「マクドナルド」の支店も「トヨタ」の広告も皆無である。

首都ミンスク（人口180万）は第二次世界大戦で市街をかなり破壊されたのだそうで、今の街は基本的に大戦後の再建らしい。整然とした街並みが続いていたが、それがどこか無表情で、映画のセットの中にでもいるような錯覚に陥ることがあった。美しくても、人工的でわざとらしく、普通の人間の息づかいがあまり感じられないということである⁴。

しかし、そのベラルーシという国に個人的には強烈な印象をもった。その気持ちをうまく説明するのは難しい。何と言ったらいいいのか判らないが、単純に「気に入った」というのではない。「気になる」という複雑な感情のような気がする。報告者のように思ったことは言わないと気がすまない人間にはさぞかし生きにくい国なのであろう（今でも国内ではKGBが活躍しているそうである）。他方で、いかに自分は普段、意味もなく贅沢なことをしているのかと

⁴ 服部前掲書によれば、ベラルーシ人は旧ソ連の諸民族中で最も典型的で模範的な「ソビエト人」だった。彼らほどソ連で居心地のよさを感じ、それ故に独立への準備が出来ていない民族もいなかった。ベラルーシ国民の民族・国民意識が弱いとしても、彼らがそのこと自体で不幸なわけではない。しかし、自意識や主体性を欠いているが故に、彼らがこれまで自分たちの利益を然るべく擁護して来られなかったのは間違いない。例えばチェルノブイリ原発事故の場合がそうだった。

思わずにはいられなかった。あるいは、権力との関係で言えば市民は強大な権力に統制されていると言わざるをえないのだが、市民どうしの関係に目をやれば健気な人々の姿が目映える。およそパラダイスだとは思えないにしても、しかしそこに暮らす人々はいかにも清く正しく生きているように見えるのである。

これに比べると、次に訪れたウクライナにははっきりとした西欧志向を感じ取ることが出来た。「ロシア語が通じるちょっと風変わりな西欧の国」といった趣である。周知のように2004年の「オレンジ革命」以後、ウクライナは紆余曲折を経ながらも脱旧ソ連を志向しているなどと言われるが、なるほど確かにそれを実感することが出来た。「マクドナルド」も「トヨタ」も存在した（これには不覚にもホッとひと息ついてしまった）。キエフ市内では、小規模ながらもデモをする人の姿も見受けられたのである。

首都キエフ（人口270万）の交通渋滞はひどかった。1人1人の市民が「自分」を主張し始めたものの、それを「自分たち」で調整して行く仕組みがまだうまく機能していないといった様子であった。ミンスクとは好対照と言えよう⁵。

そうした個人的な感慨はともかくとして、両国を回りながら、「世界中の国がベラルーシのように質素なら、原発などそもそも要らないのではないか」と思ったりもしたものである。しかし、そのベラルーシも原発を建設するというのだから話は厄介である。ここで、ベラルーシ

⁵ これらは所詮、1旅行者の感想でしかない。しかし、これらが真実をついているとするなら、そこには一筋縄では行かない厄介な問題が潜んでいる。強大な権力に押さえつけられている間はお互いに助け合いながら美しく生きて行ける人間も、自分たちを押さえつけるものがなくなると途端に足の引っ張り合いを始めてしまうということなのであろうか。

とウクライナ両国の電力事情⁶を簡単に見ておきたい。

ベラルーシには現状では原発が1基もなく、エネルギーのほぼ100%を火力発電に頼っているのだそうである（元来、ミンスク近郊に原発の建設が決まっていたが、チェルノブイリ原発事故で中止されたという経緯がある）。燃料の大半はロシアから輸入する化石燃料（石油やガス）である。これではいけないというわけで、ロシアへの過度の依存から脱却すべく、同国北部のオストロヴェツという所に初の原発を建設することが決まっている。もっとも、その建設と燃料供給はこれまたロシア頼みという点がベラルーシの悩み所と言わなくてはならない。

ウクライナは原発依存度が高い。チェルノブイリ原発が稼働を停止した現在⁷でも、4箇所の原発で15の原子炉が稼働しており、原発依存度は50%近いそうである。

ここから、両国の原発に対していただく感情が両義的であろうことが容易に想像できる。調査旅行中、原発そのものの当否を正面から問い尋ねる機会はほとんどなかったが、例えばベラルーシ政府の公式レクチャーは「ベラルーシはチェルノブイリ原発事故からの回復と復興の段階を終えて、新たに経済発展する次の段階に入った」ということを強調するものであった。「原発事故はもはや過去のものとなった」と言いたいわけで、そこには「原発事故が起きては困るが、原発そのものを否定するわけには行かない」という気持ちがにじみ出ているように感じ

られた。

3. チェルノブイリ原発とプリピャチの町——不思議な「安らぎ」

さて、チェルノブイリ原発を訪問したのは11月5日のことであった。その静謐な空気感はきわめて印象的で、伝え聞く事故の悲惨さとの大きな落差に複雑な思いを禁じえなかった。天国と墓場は共に「安らぎ」の場として地続きだということなのであろうか。その後新シェルター⁸の建設が始まって、時折報道される同地の写真を見ると、そこには工事現場のような雑然とした雰囲気を感じ取れる。今行くと印象はまた随分と違うかもしれない。

30キロの立入禁止区域に入って程ない所にはチェルノブイリ市がある。同市は古くからある町だというが（つまり、チェルノブイリ原発が出来るはるか前から存在していた）、事故後普通の市民は住んでいない。チェルノブイリ原発に勤める人たちがここに宿泊して、ここから原発に通っているのだそうである。そして、原発で数日働いたら禁止区域の圏外に出て休養を取り、また仕事に戻るということを繰り返しているらしい。

そのかつてはグラウンドだった所が今は空き地になっている。そこには事故の収束活動に用いられて、そのまま放棄された装甲車が展示されていた。その奥には、今でも現役で使われている教会（ウクライナ正教会の教会であろうか）を臨み見ることが出来る。この町に宿泊している原発作業員たちが日曜日にはここでミサに寄るのだそうである。この町にかつて住んでいた人たちが日曜日にだけここにやって来るということもあるらしい。教会の建物が現役であることは遠目にも判る。軍用車と宗教施設の対照は何とも奇妙と言うか、印象的な光景である（意図的にそうしたもののなのであろうか）。

⁶ 服部倫卓『ウクライナ・ベラルーシ・モルドバ経済図説』東洋書店、2011年。

⁷ チェルノブイリ原発は1986年に事故を起こした後、一部原子炉は運転を続け、最終的に全機が運転を停止したのは2000年のことであった。現在でも原子炉の管理や廃炉作業のために3500人ほどの人が働いていると言われる。

それに何を感じるかはそれこそ人によって様々だろう。報告者は軍用車と教会、つまりは戦争と平和、ひいては原爆と原発は所詮やはり地続きなのだと感じずにはいられなかった。

原発訪問後、そこから数キロの廃虚プリピャチの町に立ち寄った。この町はチェルノブイリ原発の従業員とその家族が住むために

1970年に⁸建設された新しい街だが、現在では完全に無人の町になっている。廃虚となったアパート群や遊園地の観覧車などその写真を目にした方も多だろう。当日は快晴無風で、黄葉した葉が落ちて地面に散らばっていた。「黄金の秋」の最後の一瞬に立ち会うことが出来たという趣である。もしかしたら、当地が1年で最も美しい日に当たったのかもしれない。不謹慎の謗りを免れないかもしれないが、まさしく「チェルノブイリ日和」であった。

プリピャチでは、8階建てホテルの廃虚にも上らせてくれる。しかし、報告者は高所恐怖症なので、4階までしか上ることが出来なかった。他の人たちが上まで上がって、下に降りて来るまでの間、自分は廃虚プリピャチで1人きりであった。時間は5分か、長くても10分くらいのものであろう。しかし、報告者にはまるで時間が止まったかのように感じられた。人の声は聞こえず、風の音さえ聞こえて来ない。そのひと時に不思議な「安らぎ」を覚えずにはいられなかった。もしかしたら、ここが自分の「ふるさと」なのかもしれないとさえ思った。この瞬間に出会うために自分は調査旅行に参加したのだろうし、次にまた人生を繰り返すとしたらまたこの瞬間に立ち会うために自分は人生を歩むのであろう。「永劫回帰」とはそういうこ

とを言うのである。

4. 日本と現地との相違点——除染の可否と耕作地のあり方

さて、主観的な感傷はこれくらいにして、1つだけ客観性のある話をしておこう。日本と現地との相違点の1例として、除染の可否と耕作地のあり方をめぐる話をしておきたい。

現地では、「除染はしても意味がない。日本でもやらない方がよい」とあちこちで言われた。これはベラルーシかウクライナかを選ばない。例えばウクライナ放射線医学研究所での意見交換（11月4日）で調査団が「やらなかった方がよかったことは何かなかったか？」と聞いたところ、「それはいい質問だ。これまで『何をすべきか』はさんざん聞かれたが、『何をすべきでないか』を聞かれたのは初めてだ。除染はすべきではない」という答が帰って来たのである。

もちろん、まったく除染が行なわれなかったというのではない。当のチェルノブイリ原発はそのまま遺棄するわけにも行かないのだから（原子炉の制御は続けなくてはならない）、然るべき措置は講じられたようである。現在、原発管理棟周辺は厚さ数メートルのコンクリートで覆われていたりするらしい。あるいは、汚染された家屋を取り壊して「埋葬する」といったことは向こうでも行なわれている。しかし、日本で考えられているような「住民の帰還と生活再建を促す」ための除染など行なわれていないようなのである。

では、どうして現地では日本で考えられているような除染が行なわれなかったのか。それには様々な理由が考えられる（以下に掲げることの中には、現地で聞き取ったことを元に報告者が推測したことも含まれているので、その点で留保を付けた上で読みたい）。

⁸ ちなみに、同原発の1号炉が営業運転を開始したのは1977年、4号炉が営業運転を開始したのが1984年のことで、そのわずか25ヶ月後の1986年4月26日に4号炉が事故を起こしている。

まずは、「お金がなかったから」である。次に、「効果的な除染方法が見つからなかったから」である。この2つは合わせて、「費用対効果の点で見合わなかったから」と言い替えてもいいかもしれない。さらには、「国土が広いので、汚染地を放棄して新天地に移住した方が手取り早かったから（あるいは、そうした方が放射線被曝を確実に回避できたから）」という理由もありそうである。

また、「土地公有制で私有地などなかったので、移住を強制しやすかったから」というのも大きそうである。これは日本と現地との相違点として特筆大書しておかなければならない。現地の政府は避難民に新たな住みかと仕事を確保する責任は有していても（共産圏ならば失業はない立て前であるし）、私有地への帰還など保証する必要はない（そもそも私有地などないのだから）わけなのである。

さらには、彼我の相違点としてもう1つ指摘しておかなくてはならないことがある。それは「農地や山林のあり方が日本とは根本的に違うので、現地では無理に除染をする必要がなかった」ようなのである。この点についてはいま少し詳しく述べることにしよう。

現地では、どこまでも広大な平地が広がっている。その平地の所々にこれまた平べったい森林が分布していた。日本のように傾斜地に広がる山林を目にすることはなかった。これは現地に赴いた日本人の誰もが実感することのようで、向こうはとにかく平べったい⁹。個人的には、

これがロシア文学に言う「母なる大地」のことなのかと思ったものである。向こうでは「大地」が更地のまま、むき出しになっている。これに比べると、日本では「大地」の上に丘やら山やらあれこれ乗っかっているという印象である。

この耕作地のあり方の違いというのはやはり大きい。日本では、田圃の背後に山林が控えていて、背後の山林から沢水が田圃に流れ落ちていたりする。山林が放射性物質で汚れていては、田圃も汚れてしまう。田圃を綺麗にするためには山林も綺麗にしなければならないといったことになる。

ところが、現地ではどこまでも平べったい土地に樹木が生えている。そこでは、上述した日本のような問題は生じない。森林は放射性物質をため込んでおいてくれるので、むしろ「変にいじらずにそっとしておいた方がよい」ということのようなのである。山火事をかなり警戒している様子があったが、これも火事によって放射性物質が飛散するのを避けたいかららしい。裏山から放射性物質が流れ落ちて来るといったことは問題ではない。

現地が「平べったい」ということは知識として判っていたつもりでも、知識として知っているのと実際に行って体感して来るのとではやはり決定的に違う。逆に、向こうの人が日本の耕作地のあり方を実感できないのも無理はあるまいと思われた。

5. 現地の施策で学ぶべきこと

このように、現地と日本とではいろいろと事情が違う。現地で行なわれた方策をそのまま日本に直輸入してもうまく行く保証などない。だからこそ、実際に現地に赴いて、現地を見て来

⁹ モンゴルやオーストラリアあたりを旅してもそうした印象をもつことがあるのかもしれないが、報告者はモンゴル高原やオーストラリア大陸を訪れたことがない。子どもの頃に大陸横断鉄道で通ったアメリカ合衆国のモンタナ州やサウスダコタ州もだだっ広かった記憶があるが、平べったいという点ではベラルーシの方が上である。バスでの移動と大陸横断鉄道での移動では見え方や感じ方が違って来るということもあろうが、アメリカ合衆国の西部は

「広い」が、ベラルーシはとにかく「平べったい」のである。

ようというのだった。しかし、現地に学ぶべきことももちろん少なくはなかった。それを簡単に確認しておこう。

まず、「最終的に半減期の到来に期待する」という現地の人たちの態度を嗤うことは出来ない。我々は本質的に人間の手には負えないものを扱っていることを忘れてはいけない。原子力を人為的に操作できると思ひ込むことがそもそも傲慢だったのである。これは事故が起きようが起きまいが変わらない。たとえ事故が起きなくても、後には放射性廃棄物が残る。この廃棄物は結局のところ自然に減衰するのを待つしかないのである。

次に、日本では「除染」という言葉がいささか一人歩きしてはいないだろうか。我々はこの先も長く放射線被曝と付き合っていく行かなければならない。病気にたとえるのは適切ではないかもしれないが、我々は「急性病」ではなく、「慢性病」に罹患したのである。病気が治ったら社会復帰する（逆に言って、病気が治るまでは社会復帰しない）のではなく、病気と付き合いつつ日常生活を送って行かなくてはならない。除染をするなら、効果的な除染をすべきだろう（そして、効果的な除染がないとは報告者も思わない）。

また、「検査機関や研究機関を汚染地域（の近く）に置く」という方針も傾聴に値する。例えばベラルーシでは関係機関を首都ミンスクではなく、汚染地域に位置するゴメリに置いている。これにはこれで裏がありそうだが、それとは切り離してこの施策は考慮に値する。福島で採取した検体を東京の研究施設で分析してその結果だけを福島に知らせるといったことではなく、福島のこととは地元福島で調べるといった形を取ることが望ましい。

さらに言うならば、「自分たちで調べて、自分たちで納得する」という態度が必要である。これまたベラルーシの例であるが、向こうでは

住民が持ち込む農産物の放射線測定や放射線に関する情報を提供する活動を行なう情報センターがしばしば小学校や公民館の中に設けられている。そこでは、子どもたち自身が食品の放射線量を測るなどしている。それが「安心」と「納得」につながるのである。日本でも農家による田圃の放射線量調査に消費者代表も参加してもらったらどうかというアイデアが調査団員の農協関係者から出ていたが、聞くべき意見だと思われた。

6. 最後に——将来につなげるために

今回の調査は「向こうが見せたがっているものを見て来た」というものであった。いわば玄関から入って応接間に通されたような調査だったということである。今回見て来たものはあくまでも「立て前」であって、実際は必ずしもこの通りには行っていないことも当然ながらあるようである。あるいは、「裏」が潜んでいる場合もありそうである。

しかし、こうした訪問の機会を積み重ねて行くことが大切なのではあるまいか。実際、その後現地を訪れた他の視察団は我々の調査団が訪問できなかった施設を訪れている¹⁰。たとえそこでの応答が紋切り型のものであったとしても、訪れることが出来たという点をまずは評価すべきである。その上で、個々の調査団の成果の共有ということも考えなくてはなるまい。さもないと、「訪問の積み重ね」にならない。我々の調査団の場合、公式報告書の取りまとめが遅れに遅れたことはやはり大いに反省しなければならない。

¹⁰ 例えば、2012年11月21日から27日までの日程でベラルーシを訪れた福島市の市民放射線対策先進地視察団はミンスク市内の小児がんセンターや児童保養施設を訪れている。いずれも我々の調査団が訪問できなかった施設である。

報告者としては、次に行く機会があればぜひとも裏木戸から入って、縁側に座ってお茶でも飲みながら現地の人たちと話をしたいものだと考えている。その時、「福島ではその後、こんなことをやって効果を上げています」という土産話の1つも出来るよう、自分も何かやれることを見つけてやりたいと思う¹¹。

¹¹ その先には「原子力発電所事故のように個人の責任を越えているとしか思えないような大きな出来事に対して、では個人はどう対処したらいいのか」という大きな問題が控えているが、それについて私見を披露する機会是他日を期すこととしたい。

アフィニティーキャピラリー電気泳動¹～電気泳動による分子間相互作用の解析～

志村 清仁 福島県立医科大学自然科学講座（化学）

研究連携セミナー

2012年10月3日 4号館 第6講義室

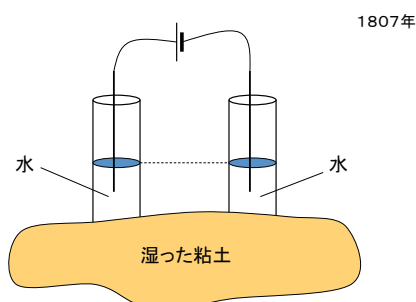
アフィニティーキャピラリー電気泳動
～電気泳動による分子間相互作用の解析～

自然科学講座（化学） 志村清仁

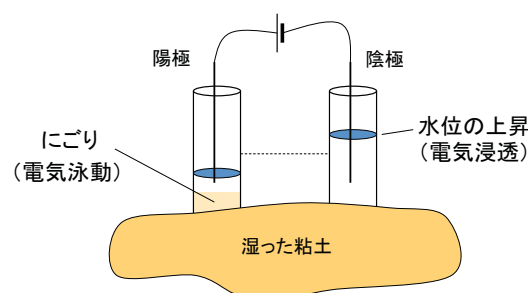
概要

キャピラリー電気泳動は、微量の試料で、精密かつ迅速に電気泳動分離を行うことができる。この方法はまた、生体分子間の結合平衡定数を決定する方法としても、たいへん優れている。本学にも共通機器として全自動キャピラリー電気泳動装置が導入された。本セミナーでは、本学のキャピラリー電気泳動装置を用いて行うことができる相互作用解析の方法を中心に解説する。

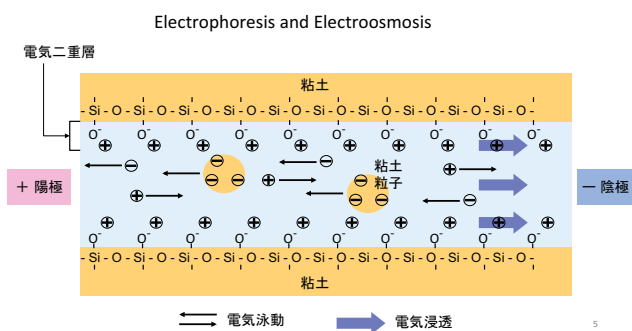
Reussの実験



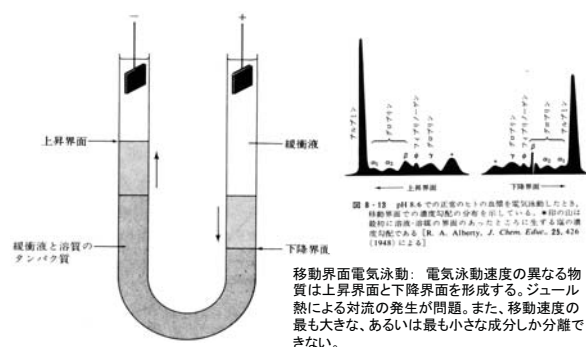
Reussの実験



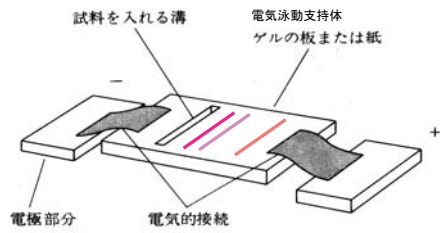
電気泳動と電気浸透



U字管電気泳動

¹ 本稿は「研究連携セミナー・第24回総合科学研究会(2012年10月3日)」において講演されたものである。

ゾーン電気泳動



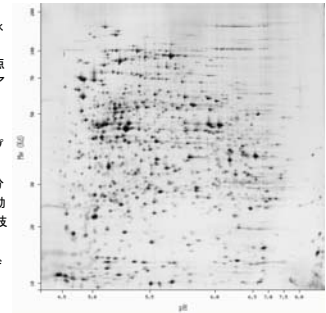
移動度の異なる成分を完全に分離できる。支持体(担体)が必要。

タンパク質の二次元ゲル電気泳動

一次元目は pH 勾配の中で電気泳動を行う。タンパク質はそれぞれの等電点に集まって動かなくなる(焦点化)。二次元目は SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動で分子量によって分離する。

生物を構成するタンパク質全体(プロテオーム)の動きから生命現象を研究するプロテオミクスという研究分野が発展した。二次元ゲル電気泳動と質量分析計はこの分野の主要な技術である。

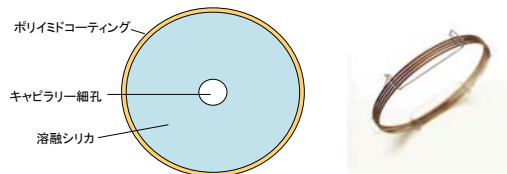
右図 大腸菌タンパク質の二次元ゲル電気泳動図



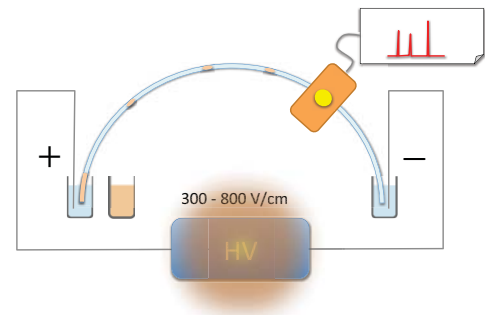
キャピラリー

キャピラリー: 熔融シリカ(fused silica)、外径 370 μm 、内径 25-100 μm

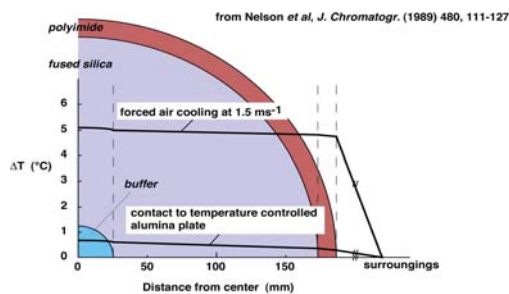
シリカは熱伝導率が高く、電気泳動で発生する熱を、表面積の大きな外壁に素早く伝えて放熱する。この高い放熱特性が、従来の電気泳動では不可能であった高電圧の使用を可能にし、高速かつ高分離を実現した。



キャピラリー電気泳動



キャピラリー内の温度



キャピラリー電気泳動のモード

Free Zone Electrophoresis: ただの電気泳動

MEKC: SDSミセルへの分配

Isoelectric Focusing: 等電点分離

Molecular Sieving: ポリマー溶液によるサイズ分離

検 出

湾曲したキャピラリーは光学的検出に難点あり

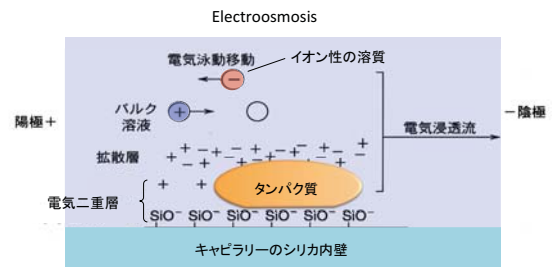
UV 吸収

- 光路長 50 μm (1 cm セルの 1/200)

レーザー励起蛍光 (488 nm, 532 nm)

- 10^{-10} M レベルの試料の検出は比較的容易
- 蛍光標識が必要

シリカへのタンパク質の吸着



内壁のコーティング

- 1) タンパク質の吸着を抑制する。
- 2) 電気浸透を低下させることも可能。

- 中性ポリマー: ポリジメチルアクリルアミド、アクリルアミド、メチルセルロース、ポリエチレングリコール)
- イオン性ポリマー: スクシニルポリリジン
- 中性界面活性剤: Tween 20

化学結合型 物理吸着型

泳動速度と移動度

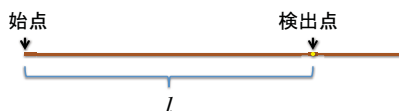
$$\mu = \frac{u}{E} = \frac{eZ}{6\pi r\eta}$$

μ : 移動度
 u : 泳動速度
 E : 電場強度
 e : 単位電荷
 Z : 電荷の数
 r : 粒子の半径
 η : 粘度

移動度と検出時間

$$\mu = \frac{l}{E} \cdot \frac{1}{t}$$

μ : 移動度
 l : 泳動距離
 E : 電場強度
 t : 検出時間



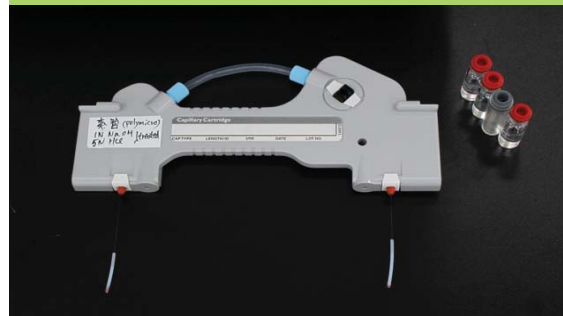
Beckman P/ACE MDQ



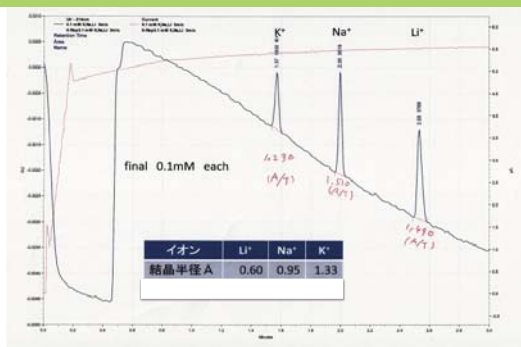
Beckman P/ACE MDQ



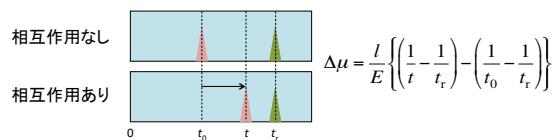
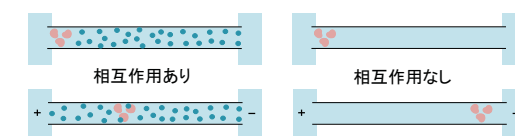
Beckman P/ACE MDQ



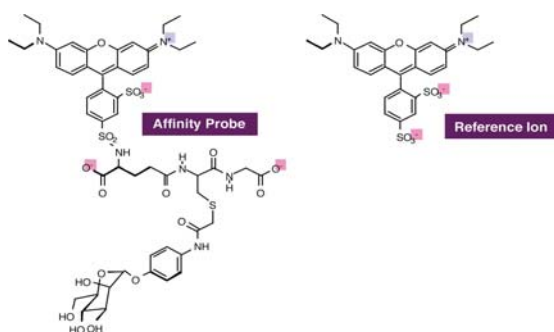
アルカリ金属イオンの分離



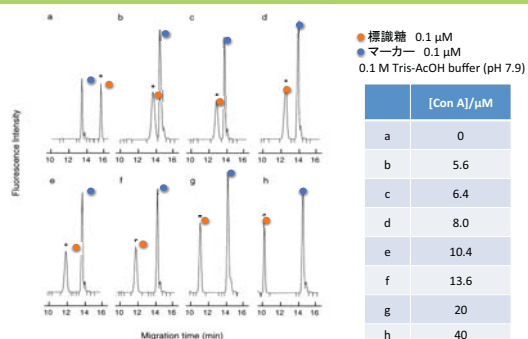
アフィニティーキャピラリー電気泳動 (ACE)



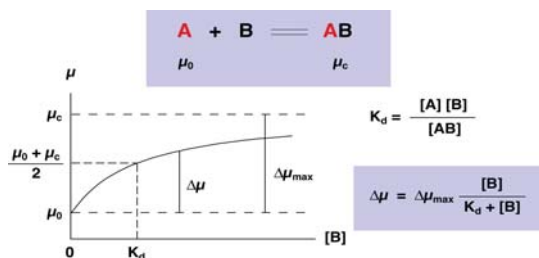
蛍光標識糖と Con A の相互作用



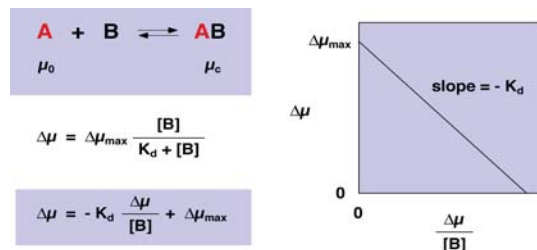
蛍光標識糖と Con A の相互作用



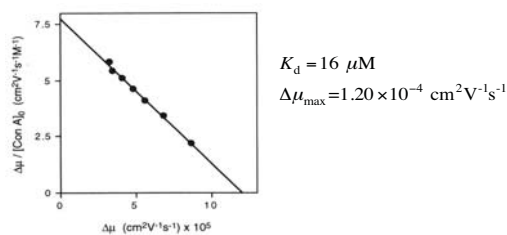
移動度の変化量の解析



直線プロットによる K_d の決定



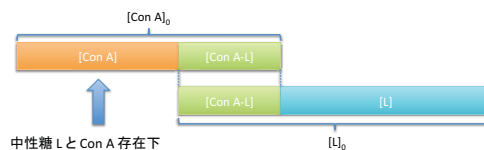
直線プロットによる K_d の決定



中性糖 L と Con A の K_L の決定

標識糖と Con A の K_d が決定されると、逆に移動度から Con A の濃度が決定できる。

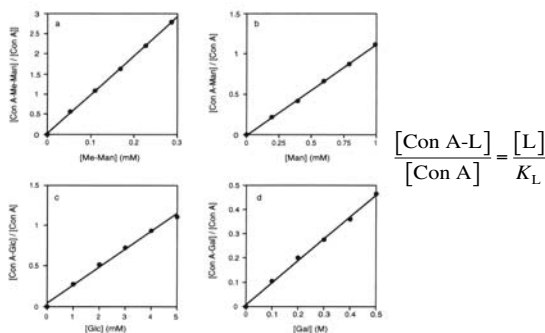
$$\Delta\mu = -K_d \frac{\Delta\mu}{[B]} + \Delta\mu_{\max}$$



中性糖 L と Con A 存在下での標識糖の移動度を測定すると、混合物中の遊離の Con A の濃度を決定できる。

$$K_L = \frac{[\text{Con A}][L]}{[\text{Con A-L}]}$$

中性糖 L と Con A の K_L の決定



中性糖 L と Con A の K_L の決定

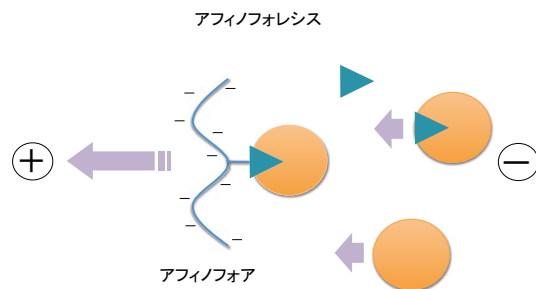
Comparison of K_L s with Literature Values

	APCE	Affinity chromatography
Methyl- α -D-mannopyranoside	0.104 mM	0.047 mM ^a (0.132 mM ^b)
D-Mannose	0.89 mM	0.2 mM ^a (0.56 mM ^b)
D-Glucose	4.5 mM	1.6 mM ^a (4.5 mM ^b)
D-Galactose	1.1 M	0.26 M ^a (0.73 M ^b)

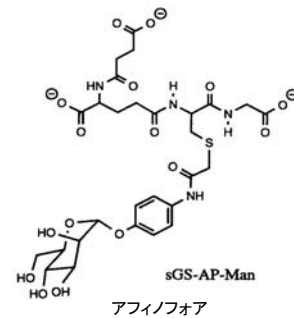
^a pH 7.9, 5°C (16).

^b Estimated values for 25°C by using $\Delta H^0 = -34.7 \text{ kJ mol}^{-1}$ for the binding reaction of Con A to β -D-glucoside-immobilized Sepharose (16).

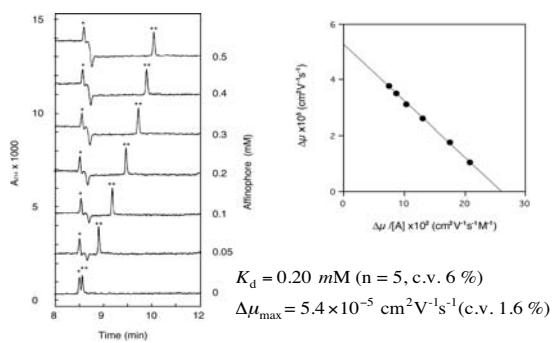
荷電担体に結合したリガンドを用いる方法



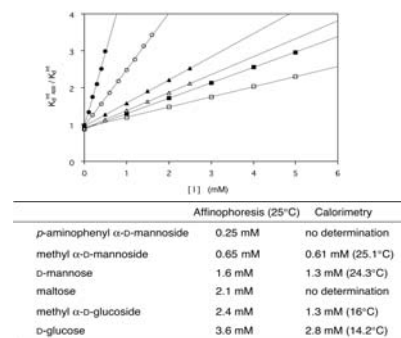
エンドウマメレクチンのアフィノフォア



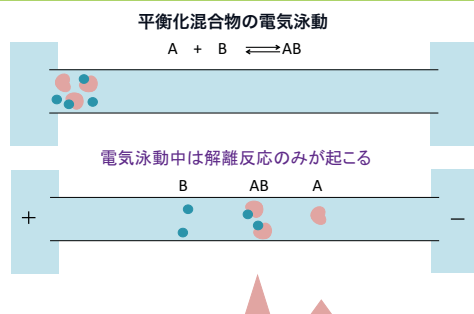
荷電担体に結合したリガンドを用いる方法



荷電担体に結合したリガンドを用いる方法

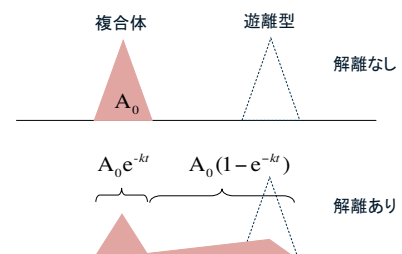


解離反応の遅い系の解析

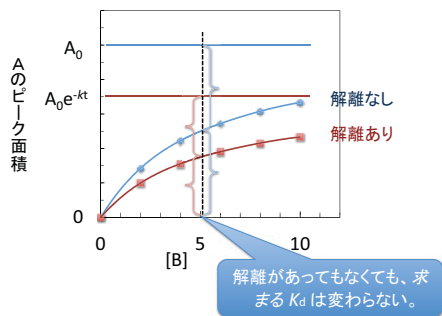


解離反応の遅い系の解析

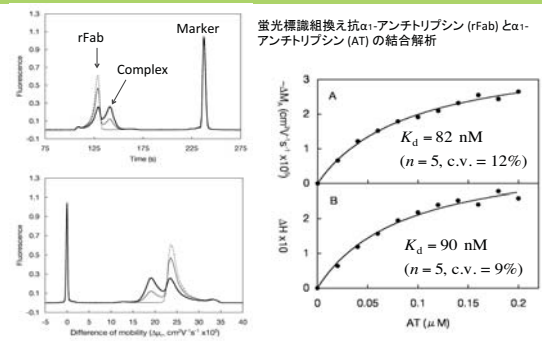
仮に開始時にほとんどすべてが複合体を形成していても、分離時に解離が起こることは避けられない。



解離反応の遅い系の解析



解離反応の遅い系の解析



まとめ

- アフィニティー CE はタンパク質の結合平衡を微量試料で解析することができる。
- 蛍光標識を用いることにより、さらに測定の可能性が広がる。
- 熔融シリカキャピラリーを用いる場合には、内壁に簡単なコーティングを施すことにより、タンパク質の吸着を効果的に抑制できる。
- タンパク質相互作用ネットワークの解析や、タンパク質相互作用に介入する医薬のスクリーニングなどに、今後大きな貢献が期待できる。

1. 方針・趣旨

本紀要では、センターメンバーの研究活動、および、センターの活動を紹介することを主な目的とする。また、その内容は、本学の理念およびポリシーに則ったものを掲載する。

2. 名称及び発行

福島県立医科大学総合科学教育研究センター紀要
年1回、11月に発行する。

3. 投稿資格

- [1] 本紀要へ投稿できる者は、本学教職員および非常勤教職員であることを原則とする。
- [2] 本学教職員以外の者との共同研究については、本学教職員が共同執筆者である場合に限り、投稿を認める。
- [3] 本学の大学院学生及び大学院研究生で、編集委員会において適当と認めた者については、投稿を認める。
- [4] 依頼論文の場合は、この限りではない。

4. 投稿記事とその種類

記事の種類は次のとおりとする。なお、他誌との完全な二重投稿は認めない。
ただし、総合論文等（これまでの研究論文をまとめたもの）の場合はこの限りではない。

- 原著論文
- 総説（総合論文を含む）
- 資料
- 総合科学研究会報告
- センター活動報告詳細記事
- 書評
- 企画
- その他（編集委員会が適当と認めたもの）

5. 倫理規定

人、および動物が対象である研究は、倫理的に配慮され、その旨が本文中に記載されていること。

6. 原稿に関すること

- [1] 使用言語：和文または欧文とする。大きさはA4判とし、電子媒体とする。
- [2] 原稿の制限：本文、図・表等を含めた刷り上がり総ページが、欧文、和文おおよそ10ページ以内とする。
- [3] 原稿の作成：原稿には別に表紙（別紙）をつけ、論文（記事）の種類、論文題目、氏名、所属、電子メールアドレスを記す。なお、別に示すテンプレートを参考に作成する。
- [4] 原稿の提出：各年度の原稿提出の区切りは、8月31日とする。

7. 論文等の査読及び採否の決定

- [1] 論文については、編集委員会は1名以上の査読者に審査を学内教職員に依頼する。審査の結果、必要ならば、編集委員会は原稿の修正等を求めることができる。
- [2] 投稿論文等の採否の最終的な決定は編集委員会が行う。
- [3] 依頼論文の場合は、[1][2]の限りではない。

8. 校正

- [1] 校正は、著者の責任において期限内に行い、再校までで校了するように努力する。
- [2] 校正は、誤字、脱字等の訂正を原則とする。
- [3] 冊子、表紙、標題、著者名、号巻数などに関する部分は、編集委員会の責任において調整する。

9. 掲載の経費及び別刷りについて

- [1] 掲載に要する経費は、原則として無料とする。
- [2] 別刷りは、発行しない。

10. 出版権の許諾

論文を投稿する者は、総合科学教育研究センターに対し、当該論文に関する出版権の利用につき許諾するものとする。掲載が決定した論文等は、原則として電子化し、総合科学教育研究センターのホームページを通じて公開する。また、福島県立医科大学学術成果リポジトリへの参加を行なう。

11. 投稿規程の施行

本投稿規程は、2012年4月1日に遡る。

福島県立医科大学総合科学教育研究センター紀要

平成 25 年 11 月 18 日発行

発行機関 公立大学法人 福島県立医科大学 総合科学教育研究センター

〒960-1295 福島市光が丘 1

E-mail: icsh@fmu.ac.jp

Home Page: <http://www.fmu.ac.jp/home/icsh/?x=cat:1>

