



研究者冥利

生物科学研究の特性

3.1.1 十か条の素描

自分の知っている生物科学研究がどんなものか、と云えば以下の10項目に収まるようだ。勿論、これで全体像が分かると云うものではない。ただ、道しるべの役にはたとう。

1. 目的：ヒトを含むあらゆる生物の「生き様」の説明の一言に尽きるであろうが、新しさの追求と云う我々の不変の願望に支えられて、その中身は時とともに多様化・多元化・重層化の一方をたどっている。個体及び種の生存に不可欠な生体内エネルギーの獲得機序や遺伝子複製機構の多様性が明らかになりつつある。ヒトを頂点にした、脳の働きの解明も課題の一つにくわえたい。これからの問いだ。

2. 必要条件： 1) 研究成果に再現性のあること。これは科学研究一般の基準であるが、いわゆる最先端研究分野で「論文撤回」がそれ程稀な話しではない事からして、データ再現性の持つ意味はますます重大になっている。2) 研究成果が独立事象に支えられていること。つまり、多角的検証に耐え得ること 3) 研究成果を一般化することができる。つまり、汎

用性があること。勿論、生物科学研究では、これさえ備えていればよい、と云う充分条件はない。

3. 要点：「問題の解決術」（『プラトール共和国』ピーター・メダワール卿，1982年）は科学研究一般の特性と考えられる。

4. 売り（言葉）：社会還元。つまり人の役に立つ事だ。これも科学一般にあてはまる。つまり、科学研究は「未来への投資」である。まず、資源の取り合い、つまり、戦争、は止めるとしよう。その上での話のだが、地球上の全人口、70億近い人たちが皆、時をそろえて聖人君子にならぬ限り、エクメネ（人類常住地域）の拡張や野生動物・植物保護を含む環境保全に対する有効な手段の開発は、科学研究の成果を当てにするより外には考えられない。国際レベルでの協調はあくまで、その為の枠組みだ。

5. 研究一般を取り巻く現実は変わりつつある：

1) 基本は、昔も今も、スポンサーへの説明責任の一語に尽きる。スポンサーの姿が変わっただけだ。

2) 研究投資の増大に伴い、毎回躍進（ブレイク・スルー）への期待・圧力は高まるばかり。

3) 公私ともに、国を問わず、研究投資の直接・短期的見返りを要求する傾向が強まりつつある。

4) 基礎研究成果の技術移行は、ベンチャー投資家・起業家と云う新しいタイプの研究者群の登場で加速された。

これらを背景にして、思いつくままに問題点をあげれば：

6. 問題点1：変化分（環境要因）と不変化分（遺伝子要因）のバランスあるいは相互作用の追求。これは生物学の宿命だ。勿論、エピジェネティクス要因を介して、環境と遺伝子情報の発現とはつながっている。知れば知る程、話は複雑になって行く。

7. 問題点2：研究上の個人的寄与（個人の職歴・仕事歴）の評価と社会的委託の報酬（給料、収入）の兼ね合いは？ 特定分野での研究者の社会的評価・待遇は高いのか低いのか？ これがはっきりしないと、その分野に若い人が集まりにくい。

8. 問題点3：研究成果の公開（専門雑誌発表）か、秘密保持（企業上、或は、軍事上）か？

「起業家としての研究者の誕生」は科学研究一般に新しい要因を加えた。コンピュータ関連分野と並んで、生物学・医学はその最前線にいる。

9. 問題点4：個人的動機（好奇心）と組織化原理（研究機関の創設・維持、研究費配分方法、学会の維持など）との乖離をどのようにして克服するのか？

10. 問題点5：科学教育の重点は、創造性の開発か或は生産性の増強か？

3.1.2 水分子の記憶 — どこかおかしい話

もう20年余以前の事だが、科学週刊誌ネイチャー上で興味深い出来事があった。事は、ネイチャー誌がフランスの高名な免疫学者Jacques Benvenisteの論文を繰り返して受諾拒否したのに始まる。当該論文は最後には同誌に掲載された(6月30日、1988年)が、問題はその内容で、新規を求めて止まないネイチャー誌の編集者にしても、首を傾げる様なデータとその解釈だ。フランスは「ホメオパシク」の盛んな土地で、この一件もそれに絡んでいる。問題の論文はフランスの霊験あらたかな水に関する研究で、「アレルギー反応に係る抗IgE抗体の水溶液を10の120乗倍まで薄めても抗体作用が残る」と云う。「全宇宙の中にある星の数が全部で3-7掛ける10の22乗と云うから、10の120乗とは大変な数字だ。抗IgE抗体の持つ分子構造を「水の分子が記憶している」と云う論議を展開した。「水記憶 (water memory)」と云う言葉が作られた。最終的妥協点が如何にも面白い。論文受諾・掲載の条件として、当該研究室に派遣する三

名の調査団の目の前で問題の実験を繰り返す事となった。調査団にはネイチャー誌編集主幹で物理学者のジョン・マドックスの外に、米国国立衛生研究所嘱託の難問解決専門家と高名な手品師が各一人ずつ含まれていた。さて、一連の初期実験は上手く行ったが、「二重盲検査」条件下では、著者達のデータは再現できなかった。結論としてネイチャー誌は水記憶現象を否定した。その上で、実験操作上のごまかしの類いは無く、データ解釈に当たって当該研究室全員の思い込みがある、と指摘した。Benveniste 研の研究者の二人にはホメオパシク関係の企業から給料が出ていた。この例では、研究者倫理上で、いわゆる、利害関係から来る問題のある疑いが濃い。

3.1.3 実験の共同管理・共同発表

研究結果の当否を問う際に、対立する当事者同士が一緒になって実験を行い、その結果を共同で発表した例はすくないが、全くない訳ではない。我々の分野では、脳の可塑性研究の初期、「一次視覚野神経細胞の方位選択性に可塑性があるのか」どうか、についてMP.ストライカー組とHVB.ハーシュ組の共著論文がある（J.Neurophysiology,41, 1978）。遺伝子決定論に傾くボストン派（ヒューベルとウィーゼル等）の生來說と視覚体験の自己組織化作用にかけるケンブリッジ・カリフォルニア連合軍（C.ブレイクモア、JD.ペティグリュー、HVB.ハーシュ、DN.スピネリ等）の体験学習／生後獲得説の対立は、常に「変わるものと変わらないもの」の

両者を含む現実の一方だけを主張しあって生まれた、「見かけ上の対立」と云う側面が大きい。しかし、数年にわたるこの論争が、無益であったとは云うまい。第一、私を含めて脳科学を志す若者のたくさんに興奮とメシの種を与えた。更には、「視皮質細胞の方位選択性の可塑性」について、形の上では喧嘩両成敗に見えるストライカーとハーシュの共著論文の最大の貢献は、通常の視覚体験がないと多くの視覚皮質神経細胞の正常な発育が妨げられる点を、誰もが納得する方法論を使って示した事だ。

方位選択性の可塑性の研究は、一応「分かった事」として、その後長く忘れられていたが、新しい方法論であるイメージングの導入にあいまって、再び蘇った。良質のデータが、和光市にある理科学研究所内の脳科学研究所、田中繁研究室から次々と出た。一度見たものを忘れない事は、研究者に必要な特性の一つかもしれない。生物学全体から見れば、長年にわたって根本的理念上の対立である生來說対生後獲得説は、昨今の遺伝子発現機序にしめる環境因子の働きを問う「システムズ生物学」の立場から統合されつつある様に見える。例えば、この分野で最先端を行っている「ウニの発生」研究では、受精時を原点として、目の前で刻々と展開する細胞分化に關与する総ての遺伝子群の働きを洗い出している、と聞いている。気の遠くなる様な話しだ。生物学研究の第一歩は「The devil is in the details」と念じる事だ。

3.1.4 数を測る－感覚系の世界

中央アジア砂漠帯の探検に生きたスヴェン・ヘデインが九死に一生を得て中央アジアのあるオアシスの岸辺にたどり着いた時、彼は水に口をつける前に、まず自分の脈拍数を測った。この一事が彼を科学者とする。数を測る - これぞ我らの生業。数年前のある昼下がり、サン・フランシスコ市内にあるSK研究所の近くのドラッグ・ストアに小物の買い物に出かけた。カウンターで代金を払い、50数セントの釣り銭を受け取った。そのままズボンのポケットに入れて、店の出口から通りに出たとたん、おやっと思った、「足らん！ おつりの計算を間違えている．．．」店員の前にとって返り、ポケットから受取りと釣り銭を取り出してカウンターの上に並べた。コインの数はちゃんと合っていた。「新発給のクォーター（四分の一ドル）は以前のコインに比べて薄い．．．」と店員が云う。平謝りにお申し訳を繰り返して店を飛出し、自分の研究室に戻った。たまたま持ち合わせた新旧のクォーター・コインを各一個ずつ取り出して測った。確かに新しい奴は軽い。阪大教養学部の時代に受けた物理学実習で身に付いた事の一つ「物理計測は最低3回」に従って行った計測値は、旧コインの566、566、566に対して、新コインは559、558.5、559（各ミリ・グラム）であった。新コインは平均で7.2ミリ・グラム、約1.3パーセント軽くなっている！この経済的効果は大変なものだ。と同時に、変化分1パーセント台の感度を保っている自分の感覚系の健在に驚くとともに、改めて日々の研究室での手仕事の持つ意味が分かった。ロボットによる一貫した「自動判定付き」の自動的計測でないかぎり、脳電図画面を見つめる神経学者にしる、ゲル上のバンドの濃淡を論じる分子生物学者にしる、日常の仕事上必要な判断が自分たちの感覚系にたよって

いるのにはちがいない。とすれば、自己の感覚器の感度を高く維持する事の意味は大きい。

3.1.5 対照実験

対照条件下でデータを取る努力は‘時間の無駄’と言い張る研究者が数多い昨今をどうするか？ テーマが魅惑的であればある程、この傾向は強い。宇宙飛行船チャレンジャー号爆発事故（1986年）の原因究明の調査過程で明らかになったNASA首脳陣の長年のやり方は、手間のかかる各種のテストを避け、「ああ、そんな事態が起こる確率は百万分の一以下だ．．．」と、無意味な超低確率を引き合いに出して議論に勝とうとしている姿だ。この問題では、公聴会の席上で簡単な実験をやってみせ、事故原因の在処を示した故RPファインマン教授が男を上げた。聞いた事も無い名前の統計検定法を使い、例えば、「この2群の細胞の振舞は、10のマイナス15乗以下の確率で有意に違う」と云われても、私はいっこうに分かった気がしない。因に、伝染病や食中毒に関する統計は、普通「10万人中何人」を単位として表現しているが、この裏には小都市で暮らす多くの人々の生活が覗いている。分かった事、分かったつもりになっている事を「きっちりと記載する」のも科学研究の仕事。これは高次研生理部での学生時代に、岩間先生から叩き込まれた。きっちりと記載した報告・論文は、自分あるいは他人が行う次世代実験の対照実験の役目を果たす。勿論、中身の新しさが前提となつての話だが。

戦争、選挙、競馬・競輪、それにも勝る研究

私の親友のある男が、阪大理学部の修士課程を終えてから就職先を探していた。昭和30年代の後半の話だ。ある面接で、地方の小会社を現在の大企業に育て上げた某社長が云う、「会社務めもいいが、男と生まれたからには、戦争に選挙、それに競馬・競輪、これほど血のたぎる事はない．．．」。如何に興奮するからと云って、命をすてるのはバカだ。戦争は止めにして、どうしても血をたぎらしたいと云うのなら、研究を勧めたい。

世の中の指導者の中には、第二次世界大戦のイタリア戦線に投じられた米・英連合軍の将軍たちの様に無能な者もいる。その為に、たくさんの兵士が無駄に死んだ。果敢に戦った、と敵方のドイツ兵らを讃える事もあるまい。家族を強制収容所の鉄条網内に残しながら、歴史的な制約から抜け出そうとして、たくさんの日系アメリカ人二世の若者が合衆国陸軍に志願した。彼らはヨーロッパ戦線で多くの若い命を落とした。殊に北フランスのボージュ山塊での「失われたテキサス部隊兵士救出作戦」は歴史に悪名を残した — ドイツ軍に取り囲まれ孤立した第36分隊275名のテキサス兵の内221名が救い出された。この作戦に投じられた日系二世442部隊 (Go for brokeで知られる)は1月間余の戦闘で多くの損害を被った (死者161、行方不明43、負傷者2000、内、重傷882)。当初2943名いた第442部隊の兵力は三分の一以下になった (ドース・昌代

『ブリエアの解放者たち』)。こんな無茶な作戦はない。あれから70年近く経った今、現代の若者はもう無駄には死なない。なんだって、自分の運命と仕事を選べるのだから、よい指導者に出会う機会もあるのだから。

表題に挙げた活動分野は何れにも共通するところがある - それはかなりの額の金を必要とする上、「賭けごと」の要素が強い点だ。しかも、競って勝つ事を前提としている。「参加する事に意義あり」とする日本では伝統的なオリンピック精神とは別次元の世界だ。その中でも研究を一番に勧めるには、それなりの理由がある。それは賭けの中身であり、又、何故他人と競うのかと云う点だ。端的に云って、研究にかければ、外の誰でもない自分自身になれる。殊に、上手く行った研究のもたらす特異性・選別は抜群だ。このあたり、例えばイチローに代表されるスポーツ選手の活躍同様に分かりが良い。極最近の例では、2009年の8月に「百メートル 9秒58、二百メートル 19秒19」と世界記録を大幅に更新したジャマイカのスプリンター、ユセイン・ボルトだ。しかも宗教者たちがついて、彼らは人間生存の本質を体現したからと云って、他人を説き伏せる責任も無い。釈伏しなくても、信者は向こうからやってくる。

研究者の世界は又、芸術家の世界と一見似ているが、両者では仕事に要求される感性の程度が違う。一体どれだけの人が舞台に立てると云うのか？一つの研究分野にしばらく身を置くと、当然のこととして、学会発表の機会もあると云うものだ。会場に集まった同僚達は、貴方の発表の後よほどまずい出来でない限り、演壇から降りる貴方を拍手で送ってくれ

る。1986年の米国神経科学学会の年次学会で、当時ピッツバーグ大学にいたゲリー・ブレイスデルが画期的な演題発表をした。まず、噂が流れて、彼の口演会場は人であふれ、入り口のドアも閉まらない。電位感受性色素を上手く使い、ネコ視皮質内神経細胞の二つの基本的な構造、方位選択性と両眼性、の関係を明らかにしてみせた発表に聴衆は大きな感銘を受けた。ゲリーの話しが終わった時、席から立ち上がった人々の拍手喝采が、専門学会の集まりとしては異例な程長く続いた。これは例外の出来事だ。

我々は平均の研究者になれても、平均的芸術家にはなれない。つまり、研究者になる方が職業としての危険度が低い、と云える。「今を生きている」事自体が、我々の理解する宇宙全体からすれば例え一瞬だとしても、「時の流れを自分たち一人一人の身体で受け止めている」、「けなげにも流れを押し止めている」のが客観的に見た命のあり方と考えると、人間は生まれながらにして自然の、宇宙の摂理に逆らう「異端者」なのだ。そうと決まれば、「毒を食らわば皿まで」とばかり、思い思いに好きな事を目指すがいい。研究者を勧める言われは、仕事の上での自由裁量が外の何にもまして大きい事だ。

発見に至る道

小耳に挟んだ名前をたよりに、自宅近くのレコード店で「スペイン素描」を手にした。その音を初めて聴いた時の驚き。マイルズ・デーヴィスのトランペット。音楽と云えばベートーベンの交響曲第九番かモーツァルトのコンチェルト、と信じて育った30歳の男の空想をかき立てるには十分な、破壊音寸前のリズム！ ロス・アンジェルスの街中で出会ったこの小さな発見。私の音楽への嗜好が大きく変わった。広くなった。これをきっかけに、給料日ごとに買い求めたジャズLP盤はもう聴くこともなく、さりとて捨てられる事もなく、ひっそりと部屋の片隅に積まれて久しい。あれから驚く程の時間が過ぎた。...

いつもの事だが、あなたの胸に飛び込んで来る幸運は、「屋上から身を投げる少女」のようだ（黒田三郎『もはやそれ以上』）。偶然ではなく、待ち望む者にしか見えない「幸運との出会い」はまこと限られている。しかも、遣って来るものは未知の世界だ。何が出て来るかは [期待値] x [力] の相乗効果にかかっている。ある事象の期待値は、重み（例えば、価値観）をのせた確率、と理解する。物事を動かす力は、蓋然化要因（enabling factor）と考えられ、例えば、恋に陥ったあなたのポケットやハンドバッグの中にあるお金だ。この計算式に抛り込む入力は何処から来るか、は問わない。出所を前もって決めてしまう理由がない。ただ、研究者

生活で一つの面白い現象に出会った瞬間のあなたの姿を想像してほしい

－ 如何に上の計算式にそって事が運んだか、お分かり頂けると思う。

3.3.2 還元主義と統合主義

一つの論文や、或は、研究費申請書を前にして、「これではまるで魚釣りと一緒に、仮説が検証されていない」との批判をよく聞く。科学研究の質として前者は後者の足下にも及ばない、と云う態だ。出来上がった地盤あるいは自分の得意分野を守らねばならない既成者は別として、若者或は特定分野への新参者は、この格好のよい言い草のもつ大きな「落とし穴」を避けて通らねばならない。一つの研究分野にしばらく身を置いてみると直に分かる事だが、貴方の読む論文に姿をみせる仮説たちは、しばしば、先行する理論・データからではなく、当の論文で論ずべき実験結果から逆行して導かれた代物だ。即物的な仮説検証だけが唯一正しい研究のあり方だ、とする人達には、一体、ニコ・ティンバーゲンの一生の仕事は何だったのであるだろうか？ 又、50年余わたる野外観察によれば、英国種の大シジュウカラは地球温暖化に応じて、卵を生む時期を一週間の単位で早めている、と云う。体質可塑性の一例として論議を集めているが、この現象はダーウィン進化論の内なのか外なのか？ 新しい分野を押し開ける可能性を前にして、この仕事を「単なる相関関係の記述で、仮説検証型の仕事でないから科学でない」と切り捨てられるのか？ 極新しい所では、つい先頃完成した国際宇宙ステーション隣接の宇宙実験室「きぼう」で行われる

予定の「植物の発芽」を初めとする幾つかの超単純な実験は科学なのか否か？

この50年間余の生物学の発展を振り返れば、仮説検証型の実験計画と結びついて、いかに還元主義（reductionism）に基づく比較的単純な実験系の利用が威力を発揮したのかがよく分かる。神経科学の世界で云えば、金沢大学生理学の山本長三郎名誉教授が受け継ぎ発展させた「脳スライス標本」などはそのいい例だ。その後華々しく展開した、西独はゲッチンゲン発のパッチクランプ電気生理学法の発明に伴い、脳スライス標本は「一分子の振る舞いを目の前で示し見せる場」となった。しかし、スライス相手に魚釣りは出来ない。見た事もない魚を捕まえたければ、池ではだめで、大洋に乗り出すしかない。狙う獲物が大きければ、自然と手段も大まかになる。〔注 ここで使う大小は問題とする事象の大小であって、その価値とは別物である。〕例えば、顕微鏡下の視野の広さと解像力の関係だ。通常、高倍率対物レンズで広い視野は得られない。使う道具の選択を迫られる時、腕の立つ鮫職人は刺身包丁ではなく出刃をとる、と云う。その逆では「ひとまとめのよい仕事」ができないからだ。出刃は鈍い、と云う人には鮫職人を止めてもらうしかない。

還元主義の対極として、しばしば、統合主義（holism）があげられる。概念上は別として、一仕事をやり遂げる立場からすると、何も両者は二者選一の相反するものではなく、ひとつの連続する実在の両端見えるがどうであろうか？ 例えば、行動遺伝学と呼ばれる分野に可能性がみえる様

に、精度の高い分析結果を上手く4次元の世界に戻して始めて、生き物の躍動する全体像がつかめるのではなかろうか？ われわれの目の前に姿を現し始めた体系生物学（systems biology）の立場を拒んでは、例えば心や思惟・意思などのいわゆる創発事象（emergence）の説明も難しいであろう。それらしい全体像との関係で部分が分かる迄は、分野を問わず、全ての研究成果は習作だ。完成品ではない。従って、本来は優劣をあげつらうべきものでもあるまい。

上の一節で「心」「思惟」「意思」と云う言葉を使った。これらは一体なものか？ 後の二つは表に現れる行動やその結果に直結している様に見えるが、心はもっと深い所に隠れているらしい。「身体とは別次元で、人間の脳活動に支えられた創発的神経活動の最高到達点」と云えば、簡潔で如何にももっともらしい。この様に、適用範囲を限定した上での一般化は科学者の常套手段で、法律文書一般が考えられるあらゆる局面を事細かく述べてかかるのとは対照的だが、両者とも、実践向きでないのには変わらない。子供の頃の謎かけ遊びで、「...そのところは...」とよく云ったものだが、この場合、その心は将に存在の本質・真実あるいは答えを指している、と考えられる。脳と心の働きの関係は現代の脳科学研究者の最大関心事の一つだ。神と人の関係については、19・20世紀の哲学者たちが答えを出しているが、心の実験的探求は取り組みが始まったばかりだ。ここではベン・リベット（Benjamin Libet）の考えを援用して、心即ち「内観できる主観的な意識経験（何事かに気付いている状態）を司る脳のはたらき」としておく。「気付いている」とは自己をとりまく環境全体の現状気付いている、と云う意味だ。環境全体とは世の中や自分の身辺の出

来事をはじめ、脳を含む身体・臓器の状態は勿論、これらの現状に気付いている自分に気付いている事をも含んでいる。全事象と係わっている状況だ。まるで図書館内にある全ての書籍のカタログの中に、そのカタログ自体が含まれている、と云う具合だ。興味のある方は、是非、『マインド・タイム 脳と意識の時間』（ベンジャミン・リベット著、下條信輔 訳、岩波書店、2005年初版)をひもどかれては。[「心と身体」の問題については、3.18.1 哲学者の言い分参照]

3.3.3 独立研究者の誕生

科学を「問題の解決術」（『プラトンの共和国』P.メダワール著）と理解すると、期待される答えの中には当然、当代の科学研究機構を支える柱の一つであるスポンサー、つまり一般の人々の多様な願いも含まれる。これに答えるのは並大抵の事ではない。仕事を細分化し、たくさんの専門分野が生まれる所以でもある。研究費の分配を巡っては、分野間だけでなく同じ分野内でも激しい競争が展開する。これに生き残り、自分の考えを訴え続けねばならない。仮説検証の有無をあげつらっても、競争相手をやっつける為の手段にはならない。競争に勝つには、より新しい、より信頼出来る、より分かり易い研究成果を手に入れる事しかない。これは長い道のりだ。だから、あなた方に直に役立つ様な仕事に専念せよ、と云うのではない。ありがたいことには「下手な鉄砲打ちも、数打ちゃ当たる」と云

うが、これはけだし正論に思える。とすれば、われわれ極普通の研究者に必要なものは、人並み以上の好奇心と体力だけかもしれない。それに、立て続けの失敗にもこりない、少しばかりの意地っ張り。こんなありふれた個人の持つくせが持続する研究への志を生み、成果を出し続けるのを助けるようだ。ただ、「何を良しとして研究生活を続けるのか」だけははっきりしておきたい。でないと、途中で憔悴 (burn out) してしまうかも知れない。仮にそれを無事に逃れたとしても、流行の波に乗り、あらぬ彼方にさらわれる危険もある。波にさらわれっぱなしでは、一人の独立研究者となった意味が無い。貴方の通った後に意味ある物は何も後に残らないからだ。それでは、個人の時間と社会の金との浪費だ。ではどうするか？

多くの人々が良し、あるいは理想、とする次世代研究者の育成過程は次の様なものではなかろうか。まず、インテリジェンスの話しから。と云っても、スパイの事ではなく、一般的には「知性」と訳す概念だが、これが欠けると理屈だってものを議論できない。この知性を敵害視する者、例えば、原理主義宗教者、は科学者には向かない、と云うより、なれない。NIH (米国国立衛生研究所)は年間300億ドルの研究費を米国中に振り分ける公の機関だが、新たにその長となったフランシス・コリン博士は信仰心厚いクリスチャンとして知られている。が、彼は原理主義者ではない。

私を含めて、大方の研究者は決まって天才ではない。ただ、研究者は誰しも若い時分にいささか好奇心のある若者だったらしいのは確かだ。こ

れが発点だ。学生時代に特定の研究室に出入りし、又、一つ二つの関連学会の会員になると、自分が関心を持つ問題を対象とする一つの流れの中に身を置くこととなる。つまり、安心して、周囲から「基本的な事」をあれこれ学ぶ。すこしは物事を理屈っぽく考える訓練も受ける。自分の関わった実験の結果をふまえた論文の発表ともなると、もう、鼻高々だ。こうして新しい物への嗜好・志向が生まれる。近頃ネイチャー誌がメンター賞 (mentor award) を創設した事で分かる様に、「良き助言・指導者」のありがたさはここにある。

こんな楽しい学生時代の区切りは、各種の肩書き・資格獲得の為に書く卒業・学位論文が付けてくれる。その最たるものは博士号論文だ。区切りは1つのまとまりを意味し、欧米諸国では各人の博士論文集を一冊の本として出版するのが普通だ。個人的には、これが、最初の総説の役目を努めている。数年間にわたって追いつけたアイデア・仮説や観察事象について、いろんなレベルでの考察・論議を展開する絶好の機会だ。将に、本人の将来にわたって役に立つ一里標である。

。

3.3.4 素人の恐ろしさ，その行方

さて、博士号を無事手にした貴方は、今30歳の手まえ、これから一本立ちしてどこに向かおうとするのか？ もし、研究者の生活を良しとするのなら、貴方の取るべき道は一筋しかない。学生時代に親しんだ世界と

は違う分野に飛び込む勇気が求められる。周囲もそれを当然としている。思い切って、自分としては新しい環境に身を置かないと、学生時代に親しんだ分野を滔々と流れる定説から逃れられない。特定学会での定説はその時点で如何にきらびやかでも、本質的には「賞味期限付き」の帰無仮説だ。学会の流れに飲まれて大半の研究者は旗振りに従う、少数の恵まれたものは波乗りになる。両者の何れの道を取るにしろ、これでは出だしの夢であった「新しさ」の追求からは見放されたのも同然だ。それにひきかえ、新分野に参入した際のあなたは、将に、素人の故に異端者だ。そんな異端者に留まる者、とどまれる者は少ないのを分かった上で、若さを武器に、ここはともかくやってみようではないか。あなたが一人の研究者として成長し続ける限り、先の事は折々に出合う新しい局面毎に、自分が納得する選択が出来るはずだ。新しい分野に参入した者は誰しも、若造であればなおさら、恐れを知らない、と云う素人の強みを持っている。それを活用しない手はない。平将門のごとき、雅な都人をも凌ぐ田舎サムライのエネルギーの源はどこか。それは丁度、新分野に参入した素人のあなたにして初めて可能な立ち振舞を支えるものと同根ではなからうか？ 田舎サムライ万歳。

勿論、新分野に参入するのは何も若者だけに限られてはいない。身近かなところでは、例えば、私の妻がUCLA生物学部に教職を得た頃（1975年）の前後から、2002年に亡くなるまでの間30年間近く私たち夫婦にとっては当地での親代わりであったノーマン・デイヴィッドソンは初期の遺伝子構造解析の分野で大きな貢献をした事で知られている。後年、神経科学に興味を持ち始めたノーマンは、ある年のコールドスプリング

グ・ハーバー研究所主催の分子神経科学のコースを受講した。その上で、彼は狙いをセロトニン受容体に定めた。カリテックで同僚の神経生理学教授と共同でグラントを取りポストドックを雇った。彼らは次つぎと新しいタイプのセロトニン受容体を見つけ出した。ご存知のとおり、分子構造上同定したセロトニン受容体の多様性には目を見張るものがある。2007年に亡くなったシーモア・ベンザーは創設期の分子生物学に貢献した後、早い頃から神経科学に転じて、行動遺伝学の分野を開拓した。和光市にある理化学研究所の一部をになう脳科学研究所の新しい所長となったススム・トネガワは免疫学の分野で大きな貢献をした後、分子生物学の手技を駆使して、神経科学の世界では一番古い問題の一つ、記憶にいどんでいる。

ただ、偉い人が考え抜いた末に転進したからと云って、いつも成功するとは限らない。分子生物学の創設者の一人、マックス・デルブルックのファイコマイシズの向光反応 (phototropic reaction, *Phycomyces*) の研究はそれほど発展しなかった例だ。この事は、マックスの偉さを損なうものではない。カリテック生物学部にセミナーに呼ばれた研究者は皆、会場の最前列にすわり自分の分からない事は何事によらず質問するマックスを恐れたものだ。歳や過去の実績・名声に係わりなく、新しい分野、それも全く未開拓の世界、に一步を踏み出すのを当然とする気概は大事にしたい。

一人の研究者として、自分が選り飛び込んだ研究分野で、新しい事象に出会う程幸せな事はない。

2009年度のノーベル医学・生理学賞は「テロメア」の上に輝いた。3人の受賞者のうちの2人は米国の女性研究者で、生命の根源に関わるテロメア研究は、この二人が1980年代の初めに、若い教授と大学院生の折にであった面白い現象が決定的な跳躍台となって発展した。この二人が作り出したとも云えるテロメア研究分野は、今でも女性研究者が主流を占めている。若いときに出会った面白い現象に関わり続け、その因果関係に深く切り込んで行く力、それが本物のインテリジェンスだ、と思う。実際問題としては、個人の慾はもとより、個人の知性だけでの問題ではなく、常にその研究をよしとしてサポートする軍資金の流れや集まって来る人の輪が不可欠なのは云うまでもない。

論文の格

藤原正彦著の『国家の品格』がよく売れたと云う。気品と品質をかねた「品格」と云う言葉がよかった。が、「初めに、武士道に飾られた祖国愛あり」から引き出される論旨は、大向こうを睨んだ乱暴な言葉使いの云いっぱなしで品がない。或は、ちりばめられた字句はそれなりに耳当たりよく、著者の気概が見えても質がない、と云えば言い過ぎか？ 例えば、「美しい情緒は戦争をなくす手段になる」と云うが、情緒にながれ、裏付けのない見出しは充分ではなく頂けない。著者が現職の大学教授云々は別として、これが以前に『若き数学者のアメリカ』を書いた人物の作品かと思うと、いささか惜しまれる。若い数学者の見たアメリカの話しを、少しはアメリカを知っているつもりの私は、頷きながら読んだものだ。今回は違う。所詮エッセイだ、と云ってしまえばそれ迄だが、それでは文章が泣く。同じく国家を憂い将来を論じても、同じく200万部をこえるベスト・セラーになっても、2008年11月の米国大統領選挙を制したバラク・オバマの著書『合衆国再生-大いなる希望を抱いて』(「The Audacity of Hope - Thoughts on Reclaiming the American Dream」 by Barack Obama)とは大違いだ。格が違う。

一方が日本人・国の特異性を掲げて、外へ向けての弁解に見える分だけ、他方が米国での根深い人種問題を手始めに、地球規模での対立を超えようとする「包含的な努力」指向に思えるのはどうであろうか？ なつか

しの復古調に乗って一石を投ずる覚悟なら、昭和時代前半に訪れた大失敗の基になる鎌倉期の武士道精神なんぞはきっぱり捨てて、更なる普遍性をもとめて、ずっと旧い所まで遡ってはどうか。崇高な騎士道精神の夢破れたドン・キホーテ（1605年）は、西欧列強国が地球規模で植民地獲得に熱を挙げていた19世紀に唱えられた、いわゆる「noblesse oblige」よりも2百年以上は古い。その騎士道精神を復古させて現代の課題の答えを探ろう、と云う話しは聞かない。鎌倉期（13世紀初めー14世紀半ば）に出来上がった武士道精神は中世西欧の騎士道精神と同じく、ロマンチックな理解はできても、我々にはもう再び戻れない世界なのだ。未知の新しさにのみ頼る不安は否めない。だとすれば、諸外国、殊に西欧にはなくて、しかも、日本では未だに目立つて役に立っている考え、あの『イワシの頭も信心から』を前面に押し立てては如何か。今日、世界中を悩ませている一神教原理主義に対抗出来るのは、我々が「八百万の神」方式しかありませんまい。この精神で、太平洋戦争敗戦後の四分の一世紀の内に世界第二の経済立国を作ったのだから、端からダメと決めるのは損だ。もう一言付け加えれば、「役立つものは何でも取り入れる」と云う忠誠心のなさこそ、時を超えて、生き物の本質を衝いている、と思われてならない。新しさを求める科学の方法論にも沿っている。

3.4.2 格の高い論文

科学論文を書く目的は、特殊な場合を別として、新しい情報の伝達にある。盛り込んだ情報の中身の大きさや正確さ、つまり質が「いい論文」をきめる。さらには、文章で表現する情報は、その媒体の性格上、言葉に込められた「伝えたい情報」以外の物が含まれる - それは、語法や文体からくる、気概とか品と呼ばれる特性であろうか。「格の高い論文」、つまり、今の言葉で云うインパクトの高い論文はこの両者を備えているべきだ。何れにしる、生物学・医学上の論文は数学ではないから、数式の連鎖による論理の推敲にくらべて、その論旨には甘さが残る。しかし、かっこのいい「仮説検証型」にしる、今や古ぼけて見える「魚釣り型」にしる、論文を一本書くには、それなりの動機と実験計画・遂行のための方法論があり、自分の手にした成績を基に過去と未来を結ぶ考察が必要だ。自分の得た成績の「新しさ」を分野全体の「分かった事」に繰り込む事が出来ればしめたものだ。著者側の材料不足と論文を載せる専門雑誌の限られた紙面との関係で、大抵はその途中で終る。もっとも、1953年のネイチャー誌171号(4月)に載った、「We wish to suggest...」で始まり、有名な「It has not escaped our notice...」で終わる本文1頁足らず論文の様な破格の例外もある。この短報は生物学のスプトニクだ。DNAを生物学研究の主役の座に押し上げた、生き続ける為の仕組みを解明する手がかりとなった。何時の頃からかヒトは、外の動物にはない特性の一つ、「生きる悩み」を知る生き物となった。何の為には問えないが、「如何に生きるか」への答えをもとめて、脳科学が出番をねらっている。例えば、人が恋に陥り、あばたがえくぼに見えるのを分子生物学は直ちには説明しない。脳指令塔から来る信号が手がかりを与えてくれる。これは脳科学が説明すべき世界だ。あなた方の出番でもある。

3.4.3 あなたの書く論文

私の知っている世界は脳科学の中でも極狭い分野の1、2に限られている。しかし、専門分野の研究テーマの中身ではなく、一仕事の最後に来る難関、手に入れたデータをいかにして論文に書き、発表するのか、と云う点では、分野を超えて共通するものがあるはずだ。

学術論文の一編全体を通じて、言葉による説明に無理があると、つまり、データの欠如や論理の飛躍があると、普通「これはダメな論文だ」となる。同僚間の相互批判（peer review）の形をとって、それぞれの分野毎に一定の評価基準ができてきているからだ。これを無事しのいでも、最後に「泣く子も黙る」雑誌編集者がどう云うか、の問題は残っている。が、ともあれ一つの研究を論文の形に纏める仕事と並行して、一研究者として決めなければならない事がある。それは、「どの雑誌に投稿しようか。できればこの論文をあの有名雑誌に載せたい...」。これは誰しも思う事で、何も殊更に、昨今の若い研究者だけを悩ますのではない。舞台に立つ俳優達は観客の拍手から元気を貰う、と云う。自分の論文が広く読まれて、今すぐにでも、その世界で注目を浴びたい。その為にタイトルに気をつかい、人目を引くキー・ワードをちりばめる。戦後派数代にしてもはや、自分の主張の重大さを知る故に原稿を温め続けた進化論の生みの親、チャールズ・ダーウインの影は全くない。我々の時代は『種の起原』から150年間しか隔たっていないと云うのに、周りから常にブレイクスルー（破

格)の成果を求め続けられるのはしんどい話だ。研究者は大方「巨人の肩に立つ小人」でよくはなかったか？脳研究者ともなれば、なおの事、「脳は小宇宙」である事を忘れる訳には行かない。その複雑さは格別だ。

「The devil is in the details」は我々には取って置きの箴言だ。

仮に、大方の研究者が今だに、幸せにも、自分一人の世界に浸っているとすると、その間に、周りがすっかり変わってしまった。例えば、私の関与する視覚生理学上の実験に、手作り光学装置に代わってコンピューターを使い始めたかと思う間もなく、情報交換のやり方や文献検索が電子化された。パソコンなしの研究室はあり得ない。今ではPDFでさえ検索出来るソフトが出来つつある。つまり、その気にさえなれば、有名雑誌上でなくとも、誰もがあなたの論文を比較的手軽に読めるのだ。更に文献「無料利用」の考えが広まりつつある。これは革命的でさえある。「いい論文をたくさん集めて能率よく読ませる」と云う、有名雑誌の売り言葉の一角が大きく崩れた。それにも関わらず、我々が超一流雑誌に漂う「サロン」の様相に引かれるのは自分たちの勝手な思い入れ以外の何ものでもない。無料の自由な検索が常道の時代、本筋を外れた「有名雑誌云々への配慮・あこがれ」から抜けだせば、あなたの書く論文一つ一つの品格は、自ずと、そこに盛られた新しい情報・知識の質と量が決めてくれる。勿論、その程度は著者の貴方自身でよく分かっている。あなたが、読者つまり自分の競争相手でもある同僚達に知らせたいのは、そんな「質量共に備わった新しさ」だ。如何に新鮮でも、超薄切りのトロ刺身は頂けない。あなたの手で展開しつつある「ストーリー」に次の新しい一頁を加えるのだ。回転の速い有名雑誌には、論文内容の訂正や論文そのものの撤回が頻発する昨今を

思えば、ここで云わんとする事も分かって頂けると思う。良い論文と有名雑誌との関係が変わろうとしている。しかし、現代の科学研究が国民の税金とあなたの精力と時間とをつぎ込んで展開する限り、「新しくて正しい情報を、出来るだけ早くできるだけ広く」読者に伝える必要性は、研究を未来への投資とする考えからしても変わりはない。一昔前との違いと云えば、今は文献のオンライン無料検索がこれを支えてくれる。繰り返すが、超一流雑誌が専門分野を「先導する」時代は過ぎたのではないか。とすれば、次の時代を先導するのは、自分の選んだ分野での競合に耐えながら自分自身のストーリーを展開し続けるあなたの書く論文だ。そう願いたい。

理想の研究生活とアメリカの現実 – プロ トコール至上主義の台頭

大阪大医学部高次研生理部でおくった大学院生の折に、こんな生き生きした話を耳にした。京大医学部の佐々木和夫教授（当時、後に岡崎に生理研所長）がキャンベラのオーストラリア国立大学の留学先、J・エックルス研究室から持ち帰った話しは、駆け出しの大学院生の心を揺さぶるには充分であった。曰く、朝の10時、いつもの様に、ビスケットをかじり茶を飲みながらの討論は、前夜並行して行われた幾つかの実験結果について、それぞれの担当者と彼ら以外の研究室員とのやりとり。最後の一声は、エックルス教授「じゃ、どっちの解釈がもっともらしいか、一つ昼から皆で試してみようや．．．」この雰囲気は自発性にあふれ、科学研究に不可欠の条件を備えている。

私の経験したアメリカ流は、1990年代に入って、建前の上からしても現実の上でも、時間とともに自分の理想からはほど遠くなっていった。例えば、動物実験プロトコール至上主義の台頭。グラント申請書作りに際して叩き込まれる、仮説検証スタイルの実験計画は当然、かなり細部にわたるプロトコールに基づく実験を必要とする。勿論、仮説検証と云っても、帰無仮説をたてられる場合はむしろ少ないが、作業仮説を持つ事自体は論理の展開を容易にして、間違いなく利点の一つに数えられる。問題は、このプロトコール至上主義が神経政治（Neuropolitics, 故中研一さんの造語？ 神経科学の世界で、表向きの建前を盾に競争相手をやっつける

際、或は組織管理者が研究者を規制する際に使う手段の総称。または、これがはびこっている状況。色々な枠組みがある)の道具として使われる事にある。一研究機関内の指導権争いの場合もあるが、ここでは主に動物権主義(アニマル・ライツ)運動の台頭に伴う政治的妥協産物としてのプロトコール至上主義にふれる。研究者が十分にスマートであれば、自分の研究がどんな展開をするのかを見越して、具体的な実験計画をプロトコールに書き込む事が出来るはずだ、と云う「あるべき姿論」を振りかざして、使う動物数の固定は勿論の事、プロトコールに述べていない実験そのものをルール違反とする考えが、公然と語られる迄になった。

3.5.1 プロトコール至上主義の悪用、ケース1

週齢の分かった仔ネコを確保するためには、ネコ繁殖・コロニーが必要だ。私がサン・フランシスコで20年近く維持した、そんなコロニーがカリフォルニア・パシフィック総合病院(CPMC)に隣接するスミス・ケトルウエル(SK)研究所の中でまだ存在していた頃の事。外の差し迫った実験の為に記録実験するのがのびのびになっている成ネコが1頭いた。これは生後1週間で片眼瞼を縫合し、1年に及ぶ単眼視を体験した貴重な動物だ。1年の時間が投じられている。冬から春先にかけて時折、閉じた眼が大きく膨らんでいる。どうやら片眼瞼縫合の際に涙腺溝を傷つけたらしく、体調の如何によっては涙の流れが滞り、涙が溜まる。いとも簡単な話だ。この一点に焦点を当てて研究せぬ限り、当のネコが腫れた眼の為に

「痛みで悩まされている」かどうかは分からない。同様の腫れ眼はこのネコが初めてではない。これ迄私の取ってきた対処法は、コロニーの中で膝に抱き上げ、腫れた眼の眼瞼の上に母指をあてがい、ゆっくりと押すと縫合眼瞼の鼻側端にわずかに口を開けているトンネルの先からゲル状のしょう液が出る。局所感染があれば、膿みが飛出す。この処置を、ネコをあやしながら繰り返し、普通一両日で腫れがひく。もし、膿みがあれば抗生剤の筋肉注射を3日はやる。これが定番の処置だ。こんな際にはどんな処置をするかまでは実験動物プロトコールには書いていない。このレベルの詳細は実験者の判断に任される。仮に、実験動物許可申請書にこの点を言及すれば、当該の手術法は必要以上に動物を痛める危険があるや否や、と大事だ。実験動物保護・使用委員会（IACUC）での論議があらぬ方に飛んでしまう恐れがある。

ある年、春恒例のARVO学会で一週間留守にして、研究室に戻ってみると大問題が持ち上がっていた。戻り次第、記録実験を予定していた大事なネコの眼が台無しになっている。研究室のテクニシャンを初めとして、動物係や周りの数人から聞き集めた話しから浮かんだ事の顛末は、私の想像を遙かに越えていた。腫れ眼ネコがコロニーの中にいる、との報告をうけ、CPMC内の一研究室のある研究者がこのネコの眼にドレインを一本留置した。勿論、それがちゃんと付いていたのは、ネコが麻酔から覚める迄の事だ。動物施設全体の獣医役を務めるこの有資格者は、自分が愚かな事をした、とは考えていない。教科書通りの処置だ、と云う。私が出張中で連絡が取れなかったのが、動物委員会のボスはSKIの所長を責任者として、委員会の会議に呼び出す。木曜日の事だ。SKI所長、「一両日の内

に、遅くとも来週の月曜日にはタクジが学会から戻って来る、それ迄待つてはどうか？ 第一、自分も問題のネコを視たが、片眼が腫れている他、異常があるとは思えない．．．。」この眼科外科医でもある所長の意見を、同委員会は「有資格者の獣医」ではない者の意見として退け、翌金曜日に問題の処置がなされた。私とこの獣医兼研究者及び彼女を支持する動物委員会との軋轢は、ここで収まらなかった。曰く「お前のプロトコールによればこのネコでは長期にわたる単眼視の効果をしらべるはずだ。閉じた眼が感染した上、縫合眼瞼が大きく開き、実験動物としてはもう役に立たない。そんな動物から得たデータは役に立たない以上に非科学的だ．．．」。この意見はひどい間違いをおかしている。

一匹の動物の命をもらって実験する者は、こちらも必死でデータをとる。真剣勝負の立ち会い、とも云える。データの解釈可能範囲・有用性が狭まるのは、傷持ちの実験動物のせいではない。手にしたデータをどのように使うかは各研究者の技倆の問題だ。何の事は無い、権限をもった管理委員会の場でプロトコール至上主義が、出来の悪い研究者の無知と自己顕示欲に結びついている。川喜田二郎の発想になるKJ法では「手にしたデータはどんな物でも捨てない」： 一定の手続きに従い、浮き上がって来る全体像との関係に基づきしかるべき位置が与えられる。これが科学の本来の姿だ。最近亡くなった詩人の茨木のり子が、「1955年8月15日のために」、と副題して一編の詩を書いている、「いちど視たものを忘れないでいよう．．．」。視たいものだけを見るのは、科学の仮の姿だ。

3.5.2 プロトコール至上主義の悪用、ケース 2

動物権主義の風潮が政治の場で発言力を増すにつれ、研究所内の動物飼育管理施設の運用も目に見えて変貌する。90年代後半に至り、監督官庁の連邦農業省（USDA）が実験動物の扱いに関するそれ迄の比較的柔軟な解釈を撤回した。新たな指針では、実験室内でネコに麻酔をかけ「急性麻酔非動化」標本に必要な気管切開、気管チューブ挿入の手術が出来なくなった。5階建ての研究所の3階にある中央手術室でこの予備手術を行い、麻酔の充分効いているうちに動物運搬専用のエレベーターをつかって、自分の実験室迄運び込む、という次第だ。この間少なくとも3分間の危険な時間を費やす責任を背負い込んでいる。

CPMCの中央手術室で行われるほ乳動物（ネコ、サル、ウサギ、ブタ、たまにイヌ）の手術が夫々のプロトコール通りに行われているか、を覗き窓から見定めるのが手術室責任者の仕事になった。勿論、そんな仕事にふさわしい有資格の人物が雇われる。毎年一回定期的に、あるいは打ち抜きにUSDAからやって来るサンフランシスコ湾岸地区担当の視察官は、その名をスミス博士といい、これ又、その仕事にうってつけの人物だ。彼はまず手術室記録に目を通して、夫々のプロトコールからのほみ出しを一つ一つ書き留める。例えば、運転免許実技試験のポイント制に似ている。違反注意書きが研究所全体の動物保護・使用委員会の月例会に上がる毎に、当該のプロトコール上の規定が細かくなる、動物実験の目的・現場から離

れて行く。動物実験は確かに社会問題だ。事実上何の規制もなかった40年前に戻れない。とすれば、我々研究者は現在目の前にする監督・規制に代わるやり方を編み出さねばならない。

3.5.3 プロトコール至上主義の弊害の余波、ケース3

2003年6月、SK研究所での最後となるプロジェクトの実験プロトコールの作製と合わせて、

動物保護・使用委員会に提出する動物実験プロトコールづくりがいそがれるが、はかどらない。多勢に無勢の私は、次々と上げられる敷居に妥協を重ねた。その最大の難物は「委員会の承認する有資格者の獣医コンサルタントを雇い、その指示に基づいて新規にプロトコールを作る。さらに、少なくとも3度はその獣医コンサルタントと一緒に実験して、プロトコールが妥当である事を確かめるべし．．．」私は自分がSK研究所に来る前の都合9年に渉るカリフォルニア工科大学（カリテック）生物部での研究生活を楽しみかつ誇りに思っているのは事実だ。カリフォルニア州立大学サンフランシスコ校からここCPMC内のALS研究所に移籍したのを最大の誇りにしているかに見える某博士は、CPMCキャンパス全体を仕切る動物保護・使用委員会の長をつとめ、公には必要と有れば一研究室の仕事を差し止めるだけの権限を与えられていた。研究者生活の終盤近くになって、自分と同じ様に癖のある英語を話すこの同輩研究者に、ここ迄いじめられるとは思っても見なかった。それともこの一件は、ネコを実験動物と

して使う事自体の社会・政治的問題の一端に過ぎなかったのであろうか？
多く生物学研究、殊に分子生物学関係の研究、がマウスで行われる時代が既に来っていた。私の直面したプロトコール問題に関しては、SKI内部の同輩からは「頑固なタクジの個人的な問題．．．」と受け取られていたきらいもあり、将に孤軍奮闘であった。一つ前向きの話と云えば、この間に、SK研究所は施設の一部を動物実験用に内部改築し、自前の動物飼育室・手術場及び幾つかの動物実験室を持つに至った。追って動物保護・使用委員会も独立した。が、自分にとってはいささか時間切れの様相を示し、私とその恩恵を受ける事は薄かった。因に、新設のSKI動物保護・使用委員会の承認した動物実験プロトコールは、CPMC動物保護・使用委員会承認の線をまもり（監督官庁のUSDA視察官との関係で、一端決まった・同意したプロトコールの内容の規制緩和は考えられない）、非動化動物の麻酔に厳しい条件をつけた。深麻酔下で手にした実験成果を後日論文として発表・出版するのは、並み大抵の事ではなかった。

こんな過程大切な時間と金を失った。ともかくも、軍資金、つまりグラント上の制約から最大可能な実験回数を10回としてSKI動物委員会の承認をえた動物実験プロトコールが出来上がる。かくして翌2003年の7月末にはようやく実験再開にこぎ着けたが、始めの3回は、動物を無駄に殺す結果となった。麻酔が深過ぎて大脳視皮質神経細胞のほとんどが光刺激に反応せず、「実験にならない」。論文に使えるデータなしのネコ死だ。まるで、大昔から途切れる事無く続く、大事の前の生けにえだ。その後初めて、麻酔条件が少し手加減された。更に悪い事には、この実験の出来ない時期に人材をも一人失うことになる。我々は1995年以来3年

間、単一細胞記録を使って、「視皮質神経細胞の文脈依存性機序の研究」をしていた。1998年、神経科学協会の年次学会に出したポスターに対する手応えの良い事に元気づけられ、帰りの飛行機のなかで第一稿を書いた。この論文は幸運にもネイチャー誌上にのる事となる。日本で問題の論文を見た某大学心理学部の若者がひとり、文脈依存性機序の研究に更にひかれて神経生理学専攻の大学院生となる。数年後の2003年4月、学位を手にしたこの男が、日本学術振興会の奨学金を持参するポストドック研究員として、さっそうとして私の研究室に現れた。グラント更新の為に必要なデータをすこしでも速く、多く手に入れようと苦闘している私には、まるで天から差し伸べられた観音の指先と思えた。当地に来て以来、SK研究所内の毎週のコロキアや研究室内の抄読会などはあっても肝心の実験再開の見通しの立たない日々には耐えかねて、この男は3ヶ月たらずの在籍で研究室を去った。所詮、水は馬が自分で飲むものだ。もし私が馬ならば、水場は遙か自分の口のとどこかぬ所に去っていった事になる。とは云え、このSKI最後の実験シリーズから得たデータを論文にまとめ、専門雑誌に出版したのが6年後の2009年である点からすると、この若者の取った道も本人にはそれなりの選択肢の一つであったはずだ。

科学研究と新しさ、或は、植民地主義

3.6.1 知識は力なり

人は目新しい物に惹かれる。遠距離の交易が莫大な富を約束するのは、かつて、ユーラシア大陸内陸部の諸都市を結んだ「絹の道」の歴史でおなじみだ。15世紀初頭、大洋航海路の開発は時代の要請だった。富を求めてヨーロッパ人達はアフリカ大陸沿岸をまわりインド洋へ、或は大西洋に出た。その後、新大陸の銀がスペイン帝国を支えた。まず、そのスペイン人を追い落とし、その後ウオートルー会戦でナポレオンを破って以後一世紀に亘る無敵大英帝国の栄華を基づいたイギリス人は、ご存知「産業革命」の仕掛人だ。帝国の発展は武力と並んで学芸（Pen & Sword）に支えられている。16世紀後半から17世紀前半の英国の哲学者で帰納的科学方法論の祖、フランシス・ベーコン卿が植民地主義者であったかどうかは知らない。が、彼の言葉『知識は力なり』は、しばしば大学大講堂入口の正面扉上の壁に刻み込まれている。ヨハネ福音書に伝わるキリストの言葉『真実が汝を自由にする』と並んで、よく演説の折に引かれる箴言だ。

3.6.2 植民地主義

はじめて地の果ての向こう側を目指した、つまり、地球全体を視野に入れて大航海時代を切り開いたポルトガル人とそれに続くスペイン人やオランダ人達は、確かに新しい知識を求めていた。一番乗りかどうかについては、古代フェニキア人の後を辿ったに過ぎない、との考えもある。あるいはもっと視野を広げて史実に迫れば、ポルトガル人よりもずっと以前に、明の永楽帝が派遣した鄭和提督の大遠征航海が、西の海に向かって7回にわたっておこなわれていたという事実はどうか。鄭和が62隻、2万7千人を率いて第一次航海に出発したのは、ポルトガル人による北アフリカのセウタ攻略の10年前、1405年だ。彼らはアフリカ東海岸地帯に足跡を残した。ただ、明の永楽帝は中華思想の権化であっても植民地主義者ではなかったが、この時代、英・仏・蘭を先頭にヨーロッパ人達は先を争って植民地主義者になった。

1776年に英国植民地から独立したアメリカ人は、もとより植民地主義者となりその領土の拡大を図った。テキサス併合がきっかけで始まったメキシコ戦争(1846—1848)の結果、カリフォルニアとニューメキシコが米国領版に加わった。キューバ独立戦争がきっかけで始まった米西戦争(1898)の結末は、スペイン帝国の凋落に代わり、カリブ海側ではプエルトリコが、太平洋側ではフィリピンが米国支配下に入った。この間、独立ハワイ王国は米国に併呑された。米国は独立後120年にして文字通り大西洋・太平洋をまたぐ海洋大国になった。江戸時代末期にからくも欧・米・露の植民地になり損ねた日本も亦、明治維新(1868年)後は西欧崇拜・富国強兵をもっぱらとし、日清戦争(1894—1895)と日露戦争(1904—1905)の結末が、台湾の領有や朝鮮半島での日本帝国の覇権確立

を許した。20世紀の冒頭、後発組の独・伊と並んで植民地経営に参画した。儲や慾がからむと、[知識・力] x [新しさ] → [植民地主義] の仮説が成り立つ。

新しさを求めて止まない科学研究者は、慾にかられた大航海時代の船乗りと同じなんだろうか？或は又、石炭を炊き、熱い水蒸気を動力に変えた発明家と同じなのであるだろうか？ともあれ、大昔から変わらない人の生き様は、激しい競争の末、より早く新しい情報・知識を得た者が力を手にして、当然、あらゆる点で先に立つ事だ。仮に、あなたが有名大学を卒業後、大企業に就職したとしよう。人に先んじて昇進するのは誰か。新分野を開拓し、新商品を開発した貴方だ。これが研究者の世界なら、新しい情報に先んじたあなたが、同僚をおさえ研究費を確保する。お陰で次々と新しい成果をあげる。こうして集団の先を走り続ける者は、やがては「高名なクラブ・サロンの会員証」をも手に入れるだろう。こうして頂点に立つ者が学会内での流れをつくる、研究費の流れを支配する、植民地を増やす。時には、「車輪を再発見」する者さえいる。我々は太古からの競争原理に基づき、互いにしのぎを削り己の技倆を磨く。勝ち組の取り分はいかにも幾何級数的に大きいからだ。70・80年台に一世を風靡したABBAは「The Winner takes it all」と歌っている。ただ、研究者の場合、本当の勝利者は誰か、という問いがいつも残る。更に云えば、科学研究の世界では、沢山の流行にもかかわらず、生態学で云う住み分けの様に、生き延びる為の適所 (niche)を見つける事は比較的簡単だ。

3.6.3 危険一杯の新しさ

ヘッジ・ファンドの投資競争に勝ち残ったジョージ・ソロスは、ソロス資金運用会社の会長で、世界規模の福祉財団を動かす、苦悩に満ちた今の時代を先導する者の一人だ。米国で昨今のサブ・プライム不動産抵当権こげつきの波が引き起こした目下（2007年）の不況にからんで、あるテレビの取材に応じて興味ある発言をしている。「今度出す新しい本にも書いたが、我々は1920年代の世界大恐慌以来の財政危機に遭遇しているようだ。勿論、最悪の事態を避けることはできるが、その為には、今のやり方が間違った前提に立っている事をまず認めねばならん。今はまだ広く受け入れられているが、市場には自浄作用がある、と云う独善的な「市場至上原理主義」は止めねばいけない。1980年以来既に5、6回の財政危機を経験したが、いつも政府の介入で救われたのだ。．．．その度に新しい、もっとややこしい投資方があみだされる。例えば、企業の債務不履行にかける「credit-default swaps」なる投資は総額45兆ドルにもなるが、これは規制なしの野放しだ。．．．経済学の専門家達が市場の動向を説明するために、「ランダム・ウォーク」とか「合理的予想」などの理論を作り出した。これは大学で教えている。でも、市場自体はそんなもんでないのを見て、われわれはこれらの諸理論を忘れがちだ。が、（ちゃんとした）考えの基本はこれなんだよ。．．．」質問者の問いに答える形で、次の数年間で米国内で5百万件ほどの住宅ローンの焦げ付きが起るだろう、との見通しを述べた後、資産の額面価（バブル）がこれ以上膨らまない様に、「投資の為の信用貸し（leverage）」を規制せねばならない、と云

う。過去にこれを利用した投機の掛け繋ぎ(hedge funds)で財をなしたソロスにして初めて云えることかもしれない。世界を先導する米国金融市場は、クォーター（四分の一期）毎の利潤を求めて、これまで次々と金融新商品を生み出した。そして今回の世界金融市場崩壊を引き起こした。2010年の今も続く全世界的不況の温床となった原因は1980年代の米国レーガン政権以来の経済放任主義だ、と批判するソロスの考えの根源にあるものは、「新即善」と信奉することへの強い反省か？ 科学研究者と云えども、短視的見返りを大前提として先を走り続ける事の危うさの外には立ってない。

3.6.4 先端科学と云う 錦の御旗

フリーマン・ダイソンはプリンストン大学高等研究所の物理学名誉教授で、文章を良く書き、鋭い批判で知られている。二酸化炭素削減・地球温暖化対策については、これまでに数多の提言が行われたが、その走りの一つ『スターン論評』は「大英帝国の燃えかすに油をそそぐもの」と見る経済学者もいる。当世流行の「環境主義」が社会主義に取って代わる「非宗教的」宗教であると認めた上で、環境問題を科学および経済の絡み合いでとらえる際、一番の関心事は科学の名の下に見られる独善だ、とダイソン教授は云う。「地球環境の保全と人類の未来を守れ」と錦の御旗の下に道義上最左翼の立場を取る英国政府は、『スターン論評』に沿った既定の政策を振りかざし、それに同意しない者を無視しようとしている、と批判

する。更に、科学の歴史上では多数派の考えが間違っていた事は多々あるとして、『気象変化論争の答え』と題する一般むけパンフレットを作った英国王立学士院の立場をも彼は厳しく批判する。箴言「誰も究極の言葉は吐けない (Nullius in Verba)」を引きつつ、「彼らは地球温暖化に就いての多数派の考えに同意しない者を科学の敵と断罪している」と云う。ダイソン教授の論拠は、何よりも、疑うのを止めれば科学でなくなるからだ。8年続いた米国のG. W. ブッシュ政権が「神の導きのもとに生まれた政策」実行のために、臆面もなく、科学の成果をねじ曲げ、或は法律一般はもとより合衆国憲法まで読み替え、とうとう、この国の保守本流からさえ見放された事を思いかえせば、ダイソン教授の指摘は的を得ている、と云うより他ない。それぞれが志した科学研究にのめり込み、成果を上げて、例えほんの一瞬であつても人より一步先に行くことは楽しい。が、21世紀初頭の我々は、もう誰も植民地主義者には戻れない。専門分野の知識に長けた既成の科学者はなおさらだ。新しさを求める我々研究者には、発想の転換 (paradigm shift) が常に必要だが、さりとして、それが誰にでも、いつもすんなりと出来るとは限らない。せめて、現状打破を意味する筈のブレイク・スルー (break through) などと云う、心地よい響きの仮名新造語には心を動かされない様に用心しよう。

3.6.5 役に立たない研究

先の第二次大戦前・中の話のだが、阪大理学部教授の槌田龍太郎は教授会での暇つぶしに新しい折り紙の型を数々編み出した。あるいは、出来るだけ資本主義に寄与しない（と考えられる）学問の無機化学を専攻した。戦争非協力の為に、「一番役に立たない」錯塩の研究に励んだ。「雪解け」時代のロシア詩人、オクジャワ、が歌う - 人は情熱に押されて「偶像をこさえてはいけない」。偶像は作るまい。ただ、あの昭和戦争の時代に、役に立たない研究がなされた事はとても興味深い。今ではとても許されまい。あるいは逆に、錯塩の研究は今では引っぱり風か。世の中が変わり、屁の突っ張りにもならぬ「発色する複合無機化合物」は、今ではきれいさを売りのりっぱな商品となるかも知れない。因に我々の毎日の生活は色彩に取り囲まれている。ブルー・ダイオードの登場が如何に世の中を変えたか思い起こせば充分だ。目先の事は別としても、せめて槌田教授にならい、どんな風に自分が関与して新しいもの・新しい考えを作るのか、と云う視点がないと科学者の仕事は先であぶない。我々の記憶ではマンハッタン計画がその典型だ。人間のおこなう数々の生業の中で、いくら真実を尊ぶからと云って、科学研究だけが自浄作用の恩恵を十分に被っているとは考えられない。「云いっばなし」がまかり通るかに見える世情一般から逃れるにはそれなりの努力が必要だ。現に、一昨年（2007年）私の出身校である阪大医学部の或る研究室から如何にも当世風のデータ捏造事件が報じられたのは、未だ耳に新しい。けだし、新しさは常にあらゆる種類の危険で一杯だ、新しさを作ろうとする者にとっても、競争に立ち後れて新しさを押し付けられる者にとっても。でも、時は刻み続け、我々は立ち止まる訳には行かない。オクジャワの歌う様に、私たちは進行する

エスカレーターの右側（日本では左側）に立ちつくすことは出来ないのだ。それ程科学研究は面白い。

3.6.6 新しいものとの出会い

冠松二郎と云う人物がいた。ただひとりで、大正時代に北アルプスは黒部溪谷周辺の山々を踏破した男だ。山登りは一種変わったスポーツで、今日でも、自分たちの活動の報告は自分たちの手で書き雑誌に発表する。活動報告は専門のスポーツ記者の仕事ではない。月刊の商業誌を別とすれば、主に自分達のガリ版刷り出版の世界だった。これは30人近い部員をかかえて最盛期にあった阪大山岳部が、黒部川源流を取り巻く山塊に熱を上げていた1950年代後半の話し。本番の冬山・春山合宿とは別に、5月の連休日は雪崩の危険も少なく、雪山に出かける絶好の機会だ。信州は大町から高瀬川沿いに南下して濁温泉に至る。そこから濁沢を詰めれば、一気に烏帽子岳の肩、3千メートル級の後立山稜線に立つ。その日は烏帽子小屋泊。翌早朝、北西に大きな赤牛山の東面を見ながら、アイゼンを利かせて雪の斜面をどんどんと駆け下る。東沢を渡り、対面の赤牛岳支尾根の末端に取り付く。昼過ぎには赤牛の稜線に出た。このあたりから眺める雪を冠った薬師岳は雄大で素晴らしく、見飽きる事がない。元気に任せて赤牛岳北西稜を駆け下り、黒部川源流域の横断地点と考えた薬師岳金作谷の出会いを目指す。が、腐った雪に悩まされ、行程は伸びず、途中の木立の中にテントを張った。翌朝遅く、小降になった雨の中を黒部源流の

偵察にでた者達が戻って来た。途中、懐れの「カスミ平」を歩いて来た連中は上機嫌。「金作谷出合いにはしっかりしたスノー・ブリッジがあったかい？」と聞くと、「スターリン戦車でも通れる奴があった．．．」最後の課題は薬師岳頂上へ向けて高度差千メートル余はある登攀だ。カスミ平手前のテント場を出てから、5時間半の奮闘で薬師岳の頂上にたどり着いた。翌年1952年5月に前年の味を占めて二番煎じをやった折、最後のテント場となった赤牛稜線で頭上を寒冷前線が走り去るのを体験した。前日の風雨の後を受けて、朝の内は雨。午後の2時頃になると急にガスが切れ、それまで30メートル程しかなかった視界が南東に走り去る雲の下、一気に何百キロ・メートルにも広がった。はるか北には日本海が望める。「大阪に戻ったら、『岳人』に速報をおくろうや、今回の俺たちの山行は積雪期の新ルートに違いない．．．」。山岳部先輩達の業績である

「厳冬期黒部川中流及び上流部の横断」を頭において、近年、冬期薬師岳東面の開拓に全力投球していささか話題になっていた山岳部リーダー（医学部5回生）と同輩3人に若い学生部員2人をくわえた6人組は、好天に恵まれ首尾よく行った今回の5月山行の結果に大満足であった。大阪に戻ってからしばらくして、山行仲間の一人で文献探しの得意な男が自分たちの山行に先行者のいるのを見つけた。それは冠松二郎。どんな世界でも、新しいものとの出会いは誠に難しい。山登りの様な遊びですらこうだとすれば、本職として選んだ科学研究ともなれば、一層むずかしい。ひたすらのめり込み、慾を捨て、仕事以外は成り行きまかせの他力本願。幸運の女神を当てにするのが一番の策だ。

創造性

中年・熟年の男性向け雑誌『サライ』が藤田嗣治の特集をした事がある。ニューヨーク市立メトロポリタン美術館に納められた「猫」を描いた高名な絵描き位のごとは、この私でも知っている。

1920年代のパリ。パリが最もパリらしかった、と云われる「祝祭と狂乱」時代に独特の画風で次々に問題作を発表して名を挙げた男の自画像は、本人の描く『東京のアトリエ』との対比が非常に面白い。出世作の『キキの横たわる裸像』と20年余後の『秋田の行事』（秋田市の平野政吉美術館展示）はともに、藤田の傑作だ。一つの世界に打込んだ者には総てが見えて来るのか？ 丁度、中部ネパールのシーカ村のベース・キャンプの囲炉裏で、川喜田二郎が人間のあらゆる行いを文化人類学上の観点から説明した様に。藤田には何を見ても絵になる。のめりこんで描き続ける。ただ、一人の人間の命を一義的に支えるものが刻々と変わり得る個人の感性だけ、となれば、いつかはどこかに飛んでゆくよりほか無い。そんな危険と裏腹だ。そんな危険をおかしつつ、18世紀末のドイツ・ロマン主義時代のどこか禁欲的な『疾風怒濤』の精神をかなぐり捨てた、狂乱としか云えない自由奔放さから、藤田嗣治の生きた時代の新しいものが生まれた。活躍した時代の重なる「やわ肌の晶子」（与謝野晶子）を生んだのも同じ時代背景だったのであろう。

科学研究と芸術創作とは一体どこが違うのだろうか？ 両者が道分かれしてから久しいが、両者に共通して求められる創造性は今もって同じ出所と見えるが、どうであろうか。勿論、ともに未来志向の両者には「こうしたら創造性が高まる」と云うノウ・ハウがある訳がない。新しがりと多様性志向に掛ける、のもよい。確かなのは、創造性を引き出すには、物事に囚われず、ありのままに周りを見る事だ。同じ理屈に基づき、川喜田二郎のKJ法は「データをもって語らしめる」事で、不整合な上に雑多な情報群に埋もれている、数量化できない種類の新しさをつかみ出すのを目指している（詳細は次の章）。

美はそれ自体が一つの体系で、理屈なしに人を虜にする。科学研究で一つの体系がまとまりを見せる時、我々は研究成果の中に美を見いだす。例えば、アインシュタインの $E=mc^2$ やワトソン・クリックのDNA二重螺旋構造モデルの簡潔さに惹かれる。野依良治の不斉合成反応を可能にした金属触媒の化学構造も美しい。他方、細胞内情報伝達系の調節機序の詳細な記述の様に、我々の知識体系が発散し続ける時、新発見にうなずき感銘はしても、美しいとは思わないだろう。21世紀初頭の生物学の世界は、まず、そんな所だ。いかにも、心理学の教える様に、人の脳は「まとまり」を求めているのだ。そうでなければ、幽霊など見えるはずがない。あるいは、日本庭園の粹の一つに借景が挙げられるが、自分たちの脳が味方して初めて成り立つ話だ。まとまった物は必然的に簡単で短い。何万語に及ぶ佛の教えが300語弱に約まる。更には、ここぞと思う一瞬には「南無」と口から出る機微を心得ていれば、超高速の計算機に先んじて、研究

者は美しい物に出会えるかもしれない。美との出会いは論理の世界ではない、将に感性の問題だ。

それまでは、真実追求の名の下に、科学研究者は美の破壊者だ。いつも新しい物を求めて、偶像を繰り返し破壊する点では、確かに、芸術家と同じだ。ただ、科学を『問題の解決術』（ピーター・メダワール）と心得る自分には、科学と芸術の目的は随分と違って見える。また、一個の感性に生きる芸術家とは違い、科学研究者は自分の考えと全体とのつながりがいつも気にかかる。だから、数字の世界に生きる彼らは比較的簡単に党派をくみ、政治家や行政官僚にもなれる。この点では、同じ求道者風でも、科学研究者は戦闘的な宗教家に近い。信者獲得が必要なのだ。誰もが新しい党派をつくろうとしているのか。科学研究の世界では「荒野の狼」はもう生きられないと云うのか。

再び創造性について – KJ法を例に

2008年の10月のある週末、阪大医学部38会で「脳の可塑性 – 大人の脳はどれほど柔らかいか？」と題する講演をした。話しの原稿づくりに頭を悩ませていた時、生き物の事は結局、進化を抜きにしては語れない、と気付いた。進化過程が「ゆっくりとした順繰りなのか、それとも一足飛びなのか」と云う難しい論議は別として、動物の神経系発展の中でも際だった出来事である「脳の膨張」を考えたの拠り所とした。ヒトの巨大脳（分化の極み）が何を可能にしたか？まず、神経細胞数の増加に伴う細胞間結合（シナプス）の幾何級数的増加があり、次に、膨大な神経結合の重複を頼りに、たくさんの特殊回路網をつくり、その結果、司令塔たる脳の中の「機能分化と局在化及びその発展」が可能になった、と論じた。ひいては、記憶力や解析力の増大がある。最後に、飛躍的に増大した記憶を駆使して、時空間軸上の自由往来を前提にした好奇心が強まり、「よくは分からないがやってみる」形の創造性に繋がって行く、と考えている。

一頭の若い日本サルがえさの芋を水で洗い口に入れた事から、その集団で新しい「いもの水洗い」文化が生まれた。この出来事のきっかけが何であったかは、誰にも分からない。個体がたまたま示した好奇心の結果としか言い表せない。“Curiosity kills a cat”と云われている程のネコだが、好奇心のつよさでは、とてもヒトには勝てない。人間は知りたがる動物の最たるものだ。目下の所、量の違いが桁はずれに大きく、質の違いとなっ

た、と理解しておこう。この行動上の違いを可能にした背景には、勿論、脳の大きさを始めとして、その造りや働きのレベルでの違いのある事が前提となっている。

3.8.2 量から質への変換

いきなり「2は1より大きいか」と訊ねると、直に「そうだ」と返って来るのが普通だが、例えば、32と31の比較や1381と1318の比較となると、話しは簡単ではない。問題の数の性質、あるいは、問題がだされた際の言外の前提を抜きにしては答えられない。株価の上下に一喜一憂する理由は、それぞれの思い込みや期待があるからだ。我々は感覚器官を通して、外界から来る雑多な刺激、殊にその量的な変化をとらえ、それを知覚する段階では、意味付けをほどこし質的变化として理解しようとする。我々の脳が常に「まとまりのある情報」を求めるからだ。花のきれいな色合いを光りの波長で言い表すことは出来ても、それで理解することはできない。普通、量から質への転換が起こるには一体どれほどの量が必要なのか、あるいは、比較するものの中に量の上でどれほどの違いが求められるか、は決まっていはいない。1対10、1対100、1対1000或はそれ以上のいずれが妥当なのかは、問題によるからだ。他とは有意に違うもの、つまり、質的に異なるものを我々は、一つの独立した実体として認知し、記憶する。こうして、新たな概念が生まれる。次に直面する問題解決の為に役立つ新しい道具の一つになる。

3.8.3 感覚、知覚と記憶 — 認知・認識の世界

生物の感覚系は、刺激・情報の変化つまり動きに敏感である。食肉動物の感覚器は獲物のわずかな動きを逃がさない。例えば、おつとりと構えたカエルが近づく虫を素早く口で捕らえる。この行動は、動きに敏感な網膜神経節細胞の反応が引き金をひいている。もっとヒトに近い所では、夜間、森の中で餌を求めるフクロウには、地面から届くわずかな落ち葉のざわつきで充分だ — フクロウは特定のリズムを持った一定音域の音を両耳でとらえ脳で分析した上、過去の経験に基づく記憶と照らし合わせた末、「旨そうなマウスがあそこにいる」と即座に判断し、その地点をめがけて樹上から飛びかかる。

五感の感度から云えば、ヒトは決して優れものではないが、他のどの動物にも勝る長い記憶を持ち、しかも、それは時空間軸上を自由に行き来できる特性がある。お陰で、目や耳を閉じていても想像から、或は寝ていても、ヒトは記憶の底から特定のイメージを創り出す。この点で、ヒトの認識には深みがある。更に云えば、新皮質の内で後頭部を中心に膨大な部分を占める視覚野を持つヒトは、殊の外、視覚に訴える図形認識に優れている、と思われる。夢の中でも、私たちは主に物を見る。普通には、聞いたり・触ったり・臭ったりするのは希だ。

3.8.4 定量的測定・記載と定性的記載の違い

一つの現象を測定・記載する際、研究者はその現象の持つ特性に狙いを付け、その特性の量の変化を計る外に、事によっては問題とする特性の「正常からの隔たり」を言葉で記述する事も出来る。両者の間の違いは、データ解析手段の違いからくる。数字に頼る定量的測定・記載は常に統計的検定が必要だが、言葉に頼る定性的記載は直ちに概念要約が必要である。どちらか一方だけで良い、と云うものではなく、我々にはどちらも必要な事は明白だ。一編の学術論文を書く折の手順を思い起こせば、よく分かる。定量的記載は正確であっても、それが何を意味するのかが直ぐさま明白である事は稀だ。ほとんどの場合、概念要約を伴う解釈が必要である。

私が自分の仕事として来た視皮質神経細胞可塑性の研究は、単一細胞のスパイク放電活動を観察し、幾つかのテスト結果に基づき、各細胞を違ったグループに分ける事から始まる。与えられた視皮質の状況を、特徴の違う細胞毎の出現頻度を調べてヒストグラムの形で表現するから、統計とは無関係ではありえないが、統計学の基本にある、母集団からの「標本の無作為抽出」は難しい。先ず、出来ない。又、1つのヒストグラムに含まれる細胞群の全てが同じ条件下で記録されたとは云えない。更には、ある条件下に抽出した標本集団を繰り返し観察することは不可能だ。これらの細胞サンプリングからくる問題は、別の章でも既にふれた。一步引き下が

って考えると、定量的測定はこの分野の研究の強みではない。データの集積過程で、本質的には野外科学と並ぶ要素が強い、と思えてならない。とすれば、実験成果をまとめ新しい概念を提出する際に、「枝別れ」分類法による観察集団の規定・特徴抽出分析よりは、感覚空間にのせたデータの近遠配置法（グループ化）による統合が役立つはずだ。

3.8.5 KJ法の強み

KJ法と呼ばれるデータ解析・統合法がある。創始者の川喜田二郎は大正9年（1920）5月生まれの地理学者・文化人類学者で、今西錦司をリーダーとする京都学派の一人。彼は平成21年（2009）7月に89歳で逝去した。主に北西ネパールを舞台に、文化人類学上のテーマをかかげて、多彩な野外調査を展開した。学術報告書の外にも、適宜、例えば『鳥葬の國』『ネパール王国探検記』『日本文化探検』などの探検記を書いている。KJ法は学術や実業の世界で、無礼講会議（ブレインストーミング）でとびだした雑多な材料をまとめる手段としてしばしば使われる。

調査隊員達が現地で苦勞して手に入れた、雑多なしかも完全とは云えない資料を如何にしてまとめるか？古代史研究では、たまたま発見した古文書を確からしさを基準に等級分けした上で、一級資料を中心に記述を進める。考古学には問題を時間軸上に反映する事で、歴史との関連を求める手法がある。世論調査では統計的検定を見込んだ上で設問がつくられてい

るから、何が主で何が従かの骨組みは初めから出来ている。野外調査専用のまとめ方があるのか？もしあるとすれば、一体何がその中心となる考えか？

川喜田二郎が手探りで始めた事は、当時普通に使われていた文献検索用のパンチ・カードに個々の観察結果を書き込み、それぞれの記事に1行の標題、表札、を付ける事であった。つまり本文の要約である。各カードには基本的な情報、〈誰が・何処で・何時・如何して・何故〉が付けられており、一つの情報が複数軸上に投影出来る仕組みを備えている。さて、たくさんの表札付きカード（一次資料）を床の上に並べ、全体を見渡しながら、カードの中身が似ている表札を一山に集める。こうして沢山のグループがつくられ、それぞれに特徴的な見出しをつける（二次資料）。この二次資料を図で示し、グループ間の関係を図解する。図解化に際して、情報量の多い物は全体図の中心部に、少ない物は周辺部に置くとともに、各グループ間の関係（原因と結果、あるいは、対立や並列など）を適当な記号で示す。この際、当然のことだが、外のどのカードとも類似しない「一匹狼」がでることもある。そんな一枚を捨てずに全体図の隅に置く。必要に応じて以上の過程を繰り返し、三次、四次資料が出来る。表札の数が増え、例えば、100 近くになると、数段階の図解をとおして、超グループ数を手頃な所まで減らすのが良い。最終段階の文章化の折に、超グループの見出しが各章の、グループの見出しが各節の標題となる。

川喜田さんは試行錯誤を重ねながら、実際的なデータ解析・統合法としての手技を体系化し、あわせて、その研修法を開発した。彼の年譜によれば、KJ法の発表は1967年となっている。KJ法の完成に向けた川喜田さんの思考と実践、例えば、移動大学、は彼の本業となった。[移動大学については、『融然の探検 - フィールドサイエンスの思潮と可能性 -』（清水弘文堂、2012年8月、初版）を参照。]川喜田研究所主催のKJ法学会は昨2008年までに32回年次会を重ねた。KJ法学会では広い分野での適応例が報告されている。例えば、第32回学会の演題の中からひろくと、「KJ法による現状把握の妥当性を考える(永野篤)」から、「KJ法と質的研究法（4）（杉原俊二）」、「マーケティング情報収集における取材のコツをKJ法でまとめる(浅田昭司)」や「社会福祉実習生のとまどい．．．福祉教育を計画する（橋本圭一）」等々。第31回の折には、「人類の歩行とダンスーKJ法と3D解析（板垣明美）」と云う演題が見つかる。

KJ法開発を支えた川喜田さんの考えの基本は『発想法 - 創造性開発のために』（1967年）に詳しい。一人の研究者が「研究という名の仕事」をやりとげる過程を分析して、思考と経験の二つのレベルでとらえる。問題提起（思考）から始まる最初の観察（経験）、観察結果のまとめから生まれる仮説群（あるいは発想）と推移して、推論（思考）の果てに作業仮説が立てられ、その検証の為の実験計画をたてる。最後にテスト（経験）が行われ、その観察・実験結果を記録した上で、仮説の正否の検証をへて結論に至る。この一仕事をやり遂げる過程は、思考から経験レベルに至り、経験レベルから発想をへて一旦思考レベルに戻り、そこから、実験計画立

案、そのテスト及び実験結果の検証をへて結論にたどりつく。全課程はW字型の推移をとる。前半は野外科学の色が濃く、後半は実験科学そのものだ。

野外観察・調査結果のまとめから生まれる新たな発想が文献検索を経て、一つの仮説を生み、実験室での仮説検証テストの道に進む。例えば、カリテックのマーク・小西の「歌う小鳥」研究が展開した道筋を思い起こすと、新しい仮説をつくり出す為には、それ以前に何が必要かがよく分かる。野外での行動観察だ。これを川喜田さんは探検と呼ぶ。頃よく天からアイデアが降って来る事はない。川喜田さんは、科学研究の三様態として、実験科学及び書齋科学（思考、コンピューター検索）と並んで、野外科学の復権を強く訴えている。仮説検証型の研究スタイルが唯一可能な方法である、と叩き込まれて来た我々実験科学者にはいささか耳の痛い話のだが、仮説検証型研究が見落とし勝ちなものがある。それは我々の認識過程の前半に埋まった発想法（Abduction）だ、仮説そのものをつくり出す過程だ。それは仮説発想型の野外科学が得意とする方法論だ。

KJ法が「言葉によるまとめ」を方法論の中心にしている点で、定量的計測・記載の出来ないデータの扱いには優れている。もう一步踏み込むと、純然たる数学上の推論を別にすれば 定量的計測・記載を中心にすすめる自然科学上の探求も 言葉抜きではありえない。出発点は勿論、途中には推論・思考の積み重ねがあり、ことに最終段階では言葉による要約で

締めくくられる事に注目したい。言葉によるデータの解説・解釈・推論。そう、KJ法の出番だ。

KJ法には幾つかの優れた特性がある。まずは「データをもって語らしめる」と云う鉄則だ。モデル先導型の実験科学分析・統合法とは対極にある考えだ。簡潔に要約した記載の中身が似ているカードを近くに並べる、と云う極自然な一歩がデータ全体を順次まとめて行く。この過程は、まとまりを求める脳の働きそのものに依拠する、と考えられる。データ自体にストーリーを語らせる過程では、まるで、心の働きが物質的存在である脳の創発物 (emergent property) であるのに似て、雑多な情報が統合される中からそれ迄見えなかった新しいものが姿を現す。そこから無理なく、ゆとりのある新しい仮説づくりが可能となる。才気に跳んだ専門家が陥りがちな自信過剰・自己陶醉からくる完璧主義 (Pygmalion complex) にたぶらかされる事もない。

茨木のり子は『いちど視た物を忘れないでいよう』と題する一編の詩の中で、戦争体験を心に持ち続ける事の大切さを訴えた。KJ法の持つ優れた特性の二つ目は、どんなデータも捨てない包括性だ。これは、殊に、科学の方法論として大切な点だ。野外での行動観察の結果得られた事実は、事の大小を問わず捨てられる事なく、全体像の一部として姿を留めている。多数派、少数派、異端、親分に子分たち - 研究テーマ全体との関係でそれぞれがしかるべき位置を占めている。例え異端でも、違った状況の下では、劇的な、質的な変化・新趣向・発想の出発点となる。辺境か

ら都を攻める活力を十分に生かす強みがある。「群はずれを捨てない」事は、想定外の状況に直面した際の発想転換のきっかけとなり、科学研究では不可欠の自己修正力の一環なのだ。想定外の新発見に行き会わせた科学者たちは誰しも如何に自分が幸運であったかを口にする。彼らはよく働いて数多のデータに出会い、しかも「その時代を特徴づける考え」に合わないデータを忘れずにいたのだ。用意のない者にはそんな幸運は訪れない。とすれば、群はずれを捨てない事は、いわゆる、掘り出し上手 (serendipity) を体現している、と云える。個人ではなく、集団でKJ法を使い、データ集積・分析に参画する事の意味は全員参加型民主主義にも似た精神の高揚を生み出す、と云うのが川喜田二郎の考えだ。KJ法に支えられた発想法のめざすものは、個人の、そして集団での創造性の開発である。

つい先頃、『脳は創造する』と題した訳本（新風書房、訳者 中川八郎・福田淳、2013年8月）を手にした。副題には「そのメカニズムと育成法」とあり、原著者のK.M. Heilmanはフロリダ大学の神経学教授だ。原題のCreativity and the Brain (2005年4月)の示す通り、ハイルマン先生は、ヒトの持つ創造性の基盤は脳内にありとして、自分の臨床経験に加えて膨大な文献を取りまとめた上、脳内の幾つかの神経領域が外に比べてより強く創造性の発現の係わっている、と結論している。書き出しでは、創造性の定義が難しいことを挙げた上で（つまり、充分条件はない）、必要条件としてある程度の知能・かなりの独創性・新奇性、さらには、異質統合力を数えている。最後の条件、異質統合力、はKJ法の必要性を思い起こさせる。脳内の何処に

そんな働きがあるのか、に興味のある方は、是非、この本を開いて下さい。

好奇心にひかれた思いつき、それが新しい発想・創造性につながる、と云う筋書きだ。 必要に迫られて目の事態の見方を変えるのは、日常、自分たちの経験する所だ。 そんな脳内の仕掛けが天賦のものなら、使わない方はない。 その繰り返しが、結果として、我々大人の脳の柔らかさを保ち、歳とともに固くなるのを押し止めるのに役立つ、と云える。 身体と同じく、我々の脳は使わねば大損をする大事な持物のひとつだ。

動物実験のこと — 動物モデル

たくさんの変わった種類の生物が研究対象になっているが、生物学の研究で生体実験を行う目的は何であろうか？ 例えばショウジョウバエ研究の大方は、ヒトの生物学・医学上の興味を究極の目的としている。スポンサーとの関係を考えると、この点が明らかになる。つまり、ヒトの代わりに色んな点で扱いやすい蠅の一種を研究対象としているからだ。「動物モデル」と云う概念が作られ、役に立っている。

一昔前、ある国際学会で分子生物学者の故サイラス・レヴィンサール教授と直に話しする機会に恵まれた。グループ毎に別れた討論の折に、白髪を揺すりながら、レヴィンサール教授が「癌患者が何故死ぬかではなく、その生き残りを徹底的に調べろ」と云ったのをよく覚えている。また、彼はヒト奇形腫瘍を例に挙げて、「動物モデル」の意味を問い、本来の姿から逸脱した言葉の乱用に強い警告を発した。よほど奇形腫瘍形成の機序が分かっていないと、動物モデルになり得る実験系はみつからないのではないか？ モデルと云う言葉面の良い響きとはべつに、貴方の実験系が全生物に共通の基本的細胞機序の範囲を超え、医学上の特定課題の動物モデルと認められるには、両者の間によほどしっかりとした繋がりがなくてはならない。

動物実験には外にも色々と考えるべき事がある。私が高次研生理部で最初に参加した動物実験では、ネンブタールの腹腔内注射で全身麻酔の上、筋肉弛緩剤の静脈注射によって非動化状態におとした末、人工呼吸器で空気を気管におくりこみ呼吸を人為的に確保したネコを使った。一定の時間が経つとともに、当然、麻酔が浅くなり筋肉弛緩剤の効果も弱まる。で、必要に応じて薬剤の注射をくりかえす。如何にも簡単にみえるが、これが当時の学会標準であった。このやり方は、半世紀近く後の今日では、とても動物保護・使用委員会の承認が得られる代物ではない。ただ、今日の標準に照らして過去を断罪する事はしまい。それぞれの時代風潮を反映する歴史上の出来事としての認識が出来ないと、過去の動物実験への言及は、しばしば、あくまで政治的に働き、我々と生物の関係をめぐる判断を狂わせしかねないからだ。[これ以上の言及は別の機会に譲ろう。極端な例で云えば、ナチス医師団や日本の石井部隊が集めた人体実験データを如何に評価するのか？これ等は、生物学・医学研究者には避けて通れない問題だ。]とは云え、当時の標準が動物実験手技として問題がなかった訳ではない。例えば、麻酔効果のふらつきはデータのばらつきのもとになり、筋肉弛緩剤の働きが弱まれば、記録するデータの安定性を欠く事につながる。今日では急性実験下に、麻酔非動化動物を扱う手技一般は大変に進歩して、実験室内に人間相手同様の手術場を再現している。この進歩は勿論研究費用を押し上げるだけではなく、研究者が手にするデータの質をも高めたはずだ。動物実験反対の立場を取らない限り、神経生理学分野全体としてのこの進歩・成果を良しとすべきであろう。

完璧な実験系などあるはずもないが、今日の動物実験は考えの上でも実際上でも、動物実験の三原則（3R）にかなうかどうか、が問われる。3R即ち、Relief the animal pain, Reduce the number of animals used and Refine the methods of experimentationの三点である。サル使用実験者間に見られる、全米的な『部品』共有システムは、上記の動物数の減少を良しとする原則にかなっている。各種の遺伝子操作マウス株の共同使用ができれば、これも3Rの目的にかなったいい話だ。

我々の研究プロトコールも、勿論、かなりまじめな努力目標として3Rの遵守を掲げている。

我々は1980年代半ば、視皮質両眼性細胞の神経可塑性機序の解明にのめり込んでいた。我々が直面した問題は、例え3Rの勧める所でも、自分たちの実験動物を簡単にネコから、ほ乳類の系統発生上はもっと下等な種、例えばマウスに変えるわけにはいかない。マウスは両眼視を頼りに生き延びて来た動物種ではないからだ。[後日、遺伝子操作の簡便さが引き金になってマウスが視皮質両眼性細胞の神経可塑性研究の世界に入ってきたのは、遺伝子操作が生物学研究の主流となった1990年代後半以降の話だ。時代は更に下って、研究テーマの進展に伴い、2009年の今、色んな分野でマウス・モデルの不十分さが云われ始めた。個々の研究機関のレベルではなく、欧州では大規模な共同施設として、変種ラットの作成・維持機関が生まれた、と聞いている。科学研究の宿命として、動物モデル自体が時代の要請に対応して変わらねばならない。

さて、自分たちは3Rの命題にどんな対処をするのか？ 使う動物の数を減らすには、精度のよい実験を「効率よく」やる事だ。効率よく、と括弧付きにした訳を、私個人の経験した（擬）完璧実験の例で説明しよう。後日, Exp Brain Resの一頁を飾ったヘゲルントら (1987) の論文の第6図のデータは、ある物語を語っている。ノルアドレナリン視皮質内持続注入と組み合わせた急性実験条件下で、麻酔非動化した成ネコの片眼の前に一定の強さのプリズムをおき光学的に視軸を開いた上(つまり、両眼に入る物体像の間には大きな視差がうまれる)、終夜テレビの黑白映画にさらすと、可塑性を失ったはずの成ネコにもかかわらず、視皮質内の両眼性細胞の割合が大幅に減る事が明らかになった。皮質内の局所に持続注入した薬剤液の濃度は注入点からの距離に従い、急激に減少する。こんな実験系では、生理学上の変化を引き起こすのに必要な薬剤液の最低有効濃度との関係で、一頭の動物で細胞記録の狙える部位は、厳密には、各半球一カ所ずつしかないが、実際には有効濃度に一定の幅があるから、記録部位は複数である。我々の実験の目的は「成ネコの視皮質に可塑性を取り返す」事だ。ある月曜日の朝10時から同じ週の土曜日の朝までの5日半、一頭の成ネコを相手に今村一之さんと一緒に働いた。我々はきっちりと左右両半球にそれぞれ一点ずつノルアドレナリンの局所持続注入をおこない、それぞれの注入点近くに記録電極を挿入して、十分な数の細胞を記録した。図6のデータでは、プリズム強度を上げて光学上視差を増すと、それに伴い両眼性細胞減少の程度が増える事を示した。その上で、プリズムを外して更に一晚 黑白映画にさらすと、両眼性細胞分布は正常型に近づき、ふたたび両眼性細胞優位の眼優位性分布ヒストグラムになった。我々は、実験操作と得た結果との間の因果関係について言及できるデータを手に入れ

た。一頭の動物が命を失い、実験者もかけがえのない時間を投じた。実験の能率は実験者が楽をすることではない、質の良い結果を手にする事だ。結果として、実験繰り返しの回数が減り、その分だけ使う動物の数が少なくなる。

近い過去の話しをもう一つ。今村さんとの実動10日間の苦闘。月曜日の朝から金曜日の夕刻までの、2週間に亘る記録実験は、2007年11月、理研脳科学研究所の田中繁研究室で行われた。

今村さんが2年間近く（生後直ぐに一側眼瞼を手術でとじ、最初の1年間は単眼視をさせる。遮蔽眼を開いてからは後、更に半年間余は毎日L-DOPSの経口投与）をかけて育てた2頭の成ネコを相手に、「両眼視の再開に合わせてノルアドレナリンの生体内合成促進剤（L-DOPS）の経口投与を繰り返し、脳内ノルアドレナリンを有意に増やせば、単眼視下に育った成ネコの大脳視皮質に両眼性細胞が戻って来るか？」を問うた。動物数、成ネコ2頭；一回の記録電極刺入路（トラック）当たりの記録細胞数、30個；ネコ1頭当たりの記録トラック数、5；記録細胞総数、300個。この実験デザインでは、記録電極の挿入部位を自由に選べるので、一側視皮質から記録する細胞数は記録電極トラック数に応じてふえる。急性実験条件下に動物の生理条件一般を維持する事の限界及び実験者の体力・判断力の限界から、我々の実験では1頭当たりの記録トラック数は5に留まった。結果は両眼性細胞の割合が平均0.4で（通常は0.8に近い）、我々の期待に添うものだった。DOPSの長期投与なしには単眼視ネコで報告された事のない高い割合だ。両眼の視力が正常であっても、例えば、

「ステレオのズー」（2.1.5参照）の様に、両眼性細胞が視皮質内に多数なければ両眼視は出来ない。その意味で、L-DOPS投与で正常の半分に近い両眼性細胞を取り戻した上記のネコの実験成績は両眼視機能の可塑性に関する動物モデルの役目を果たした、と云える。

米国での職、日本での職探し

長年大阪大学工学部で教授をつとめた篠田軍治さんは、大学山岳会会長でもあったので、色々と個人的な付き合いがあった。阪大を定年の後、米国出張の際にちよくちよくパサデナ市の私の家に立ち寄られた。「大学を辞めて自由の身になってからは、笠松君、思う様な実験が組めるよ。学生相手のときは、それなりの結果が出る見通しのすくないプロジェクトはさせられないからね. . .」 定年迄仕事に励んでこられた人にして云える事だ。若輩の身ではこうは行かないが、幾つになっても、誰しも自分に合った仕事場が必要だ。

私が最初に手にしたグラントは、1978年3月、米国国立科学協会(NSF)から来た。これでひと先ず自分の給料は確保したが、直ちに話題となったのは、当然ながら、研究者生活を維持する為の長期の展望だ。つまり、職さがし。スプートニク・ショックの60年代程ではないにしても、米国80年代の学術研究者の世界は、全体として恵まれ、比較的ゆったりとしていた。学位論文を書き上げない内に助教授職を手にし、その上、NIHのグラントが当たった若者が自分といかほども歳の違わない大学院生を相手に、自分の研究室を立ち上げる事の出来た時代だ。国全体の懐具合が悪く過当競争の昨今と違う点は、一度の失敗に懲りなければ、NIHに提出する研究費申請書の三分の一は、まず報われたことだ。当時、ニューヨーク州立大学の一つの助教授職に応募していた私は、ある冬

の事、意気揚々とセミナーと面接に出かけた。当地の風習では、上手く行かない話しにはしっぽがない。つまり、断り状一本来るでなし。ずっと後になって聞いた所では、私の英語が授業には充分ではない事はさておき、「ノルアドレナリン仮説」の話一本やりで、「次ぎに何をしたいか」の話しがなかった点があげられた。新しさへの志向が足りないと云うか、あるいは、神経科学研究の世界ではその後ますますにぎやかになって行く脳可塑性の研究自体が、問題意識のほんの一部なのだ。この反省は、後日、脳可塑性の他に少なくとももう一つ別のテーマを探す間接の動機となった。が、直接の動機は可塑性では研究費獲得が難しくなった事だ。（この点、別の項を参照）

これまで日本で定職に就いた事がないのを忘れた訳ではないが、勧める人もあり、現役中に三度ばかり、日本での教育・研究職を求めた。一度目は80年代の初め、丁度、私の「ノルアドレナリン仮説」を売り出したばかりの事であった。私は当然の様に、定年退職する岩間先生の後釜に名乗りを上げた。が、教授選は三巴の票の取り合いとなり、破れた。後になって思い返すと、丁度そんな折、カリテックに講演に来られた阪大の某教授に面会を求めたり、いささか面識のあった他大学の某大物教授に推薦をお願いした事などは、いかにも若気の至り、としか言いようがない。周囲のことを知らないにも程がある。この失敗の裏には、「これだけの仕事をしてるんだ．．．」と云う己のうぬぼれもあつのであろう。岡崎の生理学研究所主催の講演会シリーズの一つに初めて私を招いてくれた元・同研究所の金子章道さんに云われた、「笠松さん、日本で職を探すのなら、もっ

と度々顔を出してせっせと運動しなければ. . .」その通りだ。何処の世界であれ、相手がよく分からなくては推挙の仕様もない。

二度目の失敗はある国立研究所だ。足しげく現地に通わなかった点、以前の繰り返しであった。三度目の戦場はある国立大学。引退する生理学教授の後任にと、私を強く押してくれる友人達の努力にもかかわらず、教授会の多数派は外来者を受け付けなかった。丁度、出張先のオーストラリア国立大学で敗北の知らせを受けた。1996年3月初めの事だ。日本の厳しい冬の為にと求めた厚手革ジャンパーに手を通す機会はなかった。

「Passport lost」と題する詩を一つ作った。こうして、米国を離れ、熾烈なグラント獲得競争から逃れる夢は消えた。その後の日本での科学行政の推移をみると、自分の見た夢自体が的はずれであった事は明白だ。どだい研究者には金の苦勞がついてまわる。因に、日本での大学教授選考過程では、他大学総長の推薦状などは形だけの代物だ。根本は現場での票固めだ。端的に云えば、選挙の鉄則は有権者の過半数に「自分を分かってもらう努力」に尽きる。

さて、充分の時間をかけて観察すれば、この如何にも「日本的にみえる」大学教授人事の有様は、その根底では、自分の知っている米国でも同じだ。是非あなたに来てほしいと思う人物を中心に「票集めの根回し」が必要な点では、何も日本特有の現象ではない。仲間を増やしたいと云う、民主主義表現の一環だ。将来の同僚から好かれるのは必須条件だ。何時の時代でも、問題は誰が何を求めて、どっちを向いているかだ。ただ職に

応募する者に与えられる機会の有様が日米両国の風土ではひどく違う。日本ではあまり耳にしませんが、米国ではいわゆるジョブ・トーク（チョーク・トークとも）でのセミナーの出来が大きく響く。その分だけ、後者の方が、選考過程が「分かりよい」と云える。科学週刊雑誌のネイチャーが”Japan’s tipping point”が日本の科学行政のおかれている一大危機について主幹論評をのせた折（460巻7252号、2009年7月9日）、“How much longer can Japan afford to lose the talent that its system is either chewing up or simply not developing properly?”と問いかけている。

いずれにしても、これらの失敗に終わった日本での職探しが、自分の毎日の生活を変えた訳ではない。唯、「自分の言い出した事に白黒をつけなければ」との気持ちを一層強め、実験にのめり込んだ。80年代の初めにペテイグリュウが正式にカリテックを辞めて直ちに問題となったのは、タクジの身分だ。彼が曲がりなりにもカリテック在職中は、自分のグラントを宛に、彼の研究室の事実上の責任者（身分はいわゆるソフト・マネーの上級研究者）として、研究室の切り回しを続けた。日本からの最初のポストドック研究者の板倉徹さん（和歌山医大脳外科）の際にはペテイグリュウがいたが、それに続く、中井国雄（和歌山医大脳外科）・渡部和茂（愛知学院大学）・城川哲也（阪大医学部、高次研生理）の三人は私の選任だ。その後長い付き合いとなった二人の北欧人、H. ヘゲルント（トロントハイム大学神経生理学、現オスロー大学、ノルウエー）やG. ヨンソン（元カロリンスカ研究所神経薬理学、スウェーデン）との共同実験が始まっていた。ペテイグリュウが残していった大学院生、B. クッパーマン（現カリフォルニア大学アーバイン校医学部眼科）の相手も務めた。

丁度その頃、サン・フランシスコのスミス・ケトルウエル視覚研究所 (SKI) のケン・ナカヤマから誘いがかかった。以前から「金がなくなれば、他の奴の首を切ってもお前だけは養ってやる. . . 」と云っていたジャックは、どちらかと云えば、私がよそに出るのには反対で、「カリテックほど自由な研究に恵まれた環境はない」と云う。すこしばかり話題になる仕事をした、と言っても、問題は私が研究職と云う、言わば「裏口」からカリテックに潜り込んだ事だ。このまま教職に横滑りする事はない。ジャックの意を受けて、ジャックの同僚のジョン・アルマン教授がそのラボの一室を明けてくれる所まで話しは進んだ。新しい実験室の為の凶面もひいた。が、「一国一城の主」と成る魅力には勝てない。その後、国立衛生研究所 (NIH) に倉替えしたグラントの更新を確認して、84年の4月、スミス・ケトルウエル視覚研究所に移籍した。(新しい研究室の立ち上げ - 別項参照)

サン・フランシスコ行きが決まった時、友人のジェレミー・ブロックス (現ロンドン大学) が云った、「タクジ、UCSF(カリフォルニア大学サンフランシスコ校)にはマイケル・ストライカーもいるし、付き合いが広まればお前の仕事にもいい話した. . . 」ストライカー研究室がマウス標本を手がける様になるのは、ずっと後の事だ。が、私は新しい環境での毎日の忙しさにかまけて、UCSFに足しげく通う事もなく終わった。ノルアドレナリン仮説に対してマイケル・ストライカーの反応がもう一つハッキリしなかった事も手伝っている。大方の人達にとって、サン・フランシスコで脳科学研究をしている、と云えば、UCSFはいい所だ、と返事が返って

来る。その度に、我がSKIが視覚研究の世界で如何に有名か、力説したものだ。

一財産：ネコ繁殖コロニー

事の始まりからして、視皮質神経細胞可塑性の研究では、発育期の仔ネコ視皮質の両眼性細胞が適当な動物モデルであった。いい実験を能率よくする為には、週齢の分かった仔ネコが沢山必要だ。それも定期的に必要だ。各研究室が自前の「ネコ繁殖コロニー」を持つ事は、当時、極普通であった。四分の半世紀経った今でも、あの朝の安堵が胸を突いて出る。1984年5月半ば、ある土曜日の朝7時、にぎやかな商業通りの一つ東側、住宅街のウェブスター通りにあるスミス・ケトルウエル視覚研究所(SKI)正面玄関脇に一台のトラックが静かに止まっていた。地方紙朝刊に写真入りで報じられる『深夜のトラック便事故、ネコ47頭の大椿事』の悪夢を見なくて済んだのは幸いだった。

ロス・アンジェルス市郊外のパサデナ市にあるカリフォルニア工科大学(カリテック、CIT)からスミス・ケトルウエルに移る際、当時のカリテック生物学部学部長リー・フッドの裁断で、ジャック・ペテイグリュウの研究室で使っていた装置・道具のほとんどを持って来る事が出来た。当時、生物学部内でベックマン研究棟の面倒を見ていたジム・パツペスが好意的に扱ってくれたからであろう。サン・フランシスコ輿入れに際しての持参品の中にはゲリー・ブレイスデル設計の小型パルス・モーター駆動の微動装置やこの最新式微動装置一式と引き換えにジャックがハーバード大学のヒューベル・ウイーゼル研究室から貰い受けた大型の実体顕微鏡があ

る。後者は東独（当時）はアウス・フォン・エーナ社製（ドイツ再統一後にライツ社に戻った）で、それはすっきりとしたデザインで使い易かった。

ともあれ、一番の目玉は、何と云っても、ジャックから引き継いだネコ繁殖コロニーだ。カリテックでは研究室内で、大部屋を一つ使ってかなりの数のネコを放し飼いにし、病気・出産などの必要な時だけ個別のアパート（ステンレス鋼製の特製ケージ）に入れた。この環境で元気よく愛想の良いメスは年に三度出産する。部屋の広さは以前の半分近くであったが、新しい思案と云えば、部屋のほぼ真ん中を金網で仕切った事だ。これで、いささかなりともネコ繁殖の調節がしやすくなるか？一晩中トラックに揺られ末、新しい環境に順次運び込まれるネコ達はどれもこれもすっかり気が立っていた。長靴をはいて部屋の中を歩きながら観察する我々に向かって来るネコは、さすがにいないが、部屋の真ん中で、或はあちこちの隅で一対一、ときには一対多数でやり合っている。わめき合っている。何ともスザマしい。とうとう、大変なものを見た。何と、この狂躁の集団内では長老格のメスネコが一頭、若いオスの尻の上に乗っかかっているではないか。悪い冗談とは知りつつも、「連中も、サン・フランシスコに来たんだな．．．」。ヒトに一番近い類人猿のボノボ（ピグミー・チンパンジー）が示す性行為の目的や形態はヒトに劣らず多様で、彼らの間では固体間の、或は、集団の緊張を瞬時に緩和する策の一つとして、しばしば、交尾が使われるのを知ったのは、ずっと後の事だ。

SKIに来た当時（1984年）、『動物権利主義運動』の波はいまだ高まりを見せていなかった。法制上、Animal Welfare Actは1970年に施行されていたが、1985年の改訂では動物保護が一段と強化された。その一環として、各現場での監督責任を持つ動物保護・利用委員会（IACUC）の権限が明記され、各研究者と直接の関わりを持ち始め、その後確実に、大学や生物学関係研究所内での有力な委員会の一つに育った。移転先のCPMCの研究棟、MRI（SKIはその一翼を担っていた）の管理下に動物飼育施設があったが、実験動物の飼育管理は、まず個々の研究者の責任にまかされていた、と云ってよい。何ごとも出だしが肝心と、自分の時間を費やして、「ネコ・コロニー作業日程表」を作った。毎日の仕事と云えば、部屋の掃除をどの程度を何時行うかや、えさの補填・水のさしかえ等。これは施設の動物係がした。研究者が毎日一度はコロニーを訪れ、その折の観察結果を日誌に書き込む事も大切だ。コロニー内で使う檻は定期的に引き出して蒸気滅菌をする。年に一回、秋口に上気道ウイルス感染予防の為に予防注射もプロトコールに組み込んだ。個々の実験動物を大切に扱う事と研究者の利益が一致していた。SKIに移してからたいした不祥事もなく、コロニーは更に10年余存続したが、その最盛期には年間200匹に余る仔ネコを生んでくれた。いつも私を入れて4、5人止まりのちいさな所帯には有り余る程の実験動物数だ。「お前の云うノルアドレナリン効果は、他の薬剤の長期的な影響が混ざっている云々」と云う論議から逃れる為に、初期の薬理学研究者が「ネズミ一匹、薬剤一種、記録細胞一個」の実験をした話を聞いていた。「仔ネコをまるでネズミの様に使えた」笠松研は今から思えば、まるで視覚系の発達を研究する者の天国であった。殊に、単眼遮蔽とともに特定薬剤液の局所持続注入法を実験手技の

一翼に組込んでいたから、視皮質内で一定の広がりを持った両眼性細胞領域が必要であった。仔ネコがマウスやネズミでは得難い実験系を与えてくれた。

次々と生まれて来る仔ネコ達が、発達期の神経可塑性を追う研究者我々の各週毎の生活を決めていった。後年、時代の波に逆らいきれず、つまり維持費がでない、ついにネコ・コロニー閉鎖が決まった。1996年6月20日、メスネコ最後の一頭を使った実験を終えた晩、アパートに戻って一人深酒に酔いながら、失望と羨望、感謝に憤り、それに深い記憶を織りませて一編の詩を作った。

A legend

A daughter of the future is gone.

Dark-skinned, playful and

the youngest was she.

Like a virgin of the Mohican,

borne proud, grown strong,

always she moved with the grace,

dreaming of calls of the wild wind.

The doomsday came in June:

Suddenly separated from her kin

fought she her lonely battle through
four days 'n four nights
with the independent mind.
And it ended in triumph,
not for procreation but of conscience.

Closing a door behind was not her wish
but narrow was a time window left.
The fate was cruel to her, although
kind to all in distance:

She once escaped the senseless killing
and finally staged a contest with us
in shaping the future of all the alive.
O, the last daughter of the curious beast!
She is gone in a direction in which we
are all heading blind as well.
She kept a few steps ahead of us
without uttering a word along.
Her legend will not fade among we,
the heart-broken colonists left in the dark.

June 20, 1996

JAC

当時、SK研究所ではPR用にと、不定期的にパンフレットを出していたが、この『伝説』と題する一編の詩は研究所所長の指示で採用から取り下げられた。「何も当研究所では動物実験をしています、と宣伝することもあるまい．．．」と云う辺りか？ 当事者の私の思いはもっと複雑だ。実験動物は単なる対象物ではない。動物実験は研究者と動物との間のせめぎ合い、という気持ちは今も変わらない。後年、折りあって滋賀医科大学を訪れた際、先ず、キャンパスの端に築かれた「動物慰霊塔」に案内された。感心するとともに、あくまで日本的なこの感受性がどこまで非仏教国の人々に受け入れられるのか、との不安がよぎった。

私は毎朝の習慣として、ポット一杯のミルク・ティーを飲みながら、定期購読しているロスアンジェルス・タイムズ紙を読む。娯楽ページの最後に、一口漫画・数独・ブリッジ・クロスワード・星占いなどと並んで、「Ask Amy」と云う名の人生相談欄の連載がある。ごく最近の記事（2014年1月17日）に大変気になるやり取りがあった。家庭持ちの主婦「ある朝、苦しそうにうなる飼い猫に起こされ、獣医のもとに走った。この獣医の意見に従い、安楽死させた。．．．この猫を思い出させる様なものは全て捨てたが、独りになると直に泣いてしまう。テレビのペット・コマーシャルもだめだ。子供たちは割り切っているのに、自分はいまだ一週間経つと云うのにこの有様です。一体どうすればいいの？」 エミー「大切にしていたペットの死に代わる様なものは何処にもありません。何せ、彼らは私たちの人生起伏を見守ってくれるのだから。貴女があなたの猫の思いで品を全て片付けた気持ちは分かるけど、例え一時的にしる、例えば、shrine(神だな)の様なものを作ってはどうですか。そうすれば、その猫の思

い出を胸の内に抱き続けるのを助けてくれるかもしれませんよ。たくさんの思い出を生かし続ける事が、あなたの体験した苦痛、愛するペットの最期の苦しむ姿に取って代わるのです。全てを奥行きのある全体像の中におさめて、時間がそれをやってくれます。そうして、時が来れば次のペットを飼いなさい、あなたの人生の伴侶として。」

そう、アメリカ人が賢くなりつつある。

共同研究の意味

1980年の始めにはギュスタ・ヨンソンとの共同研究が始まっていた。最初は、まず、私がパサデナで深麻酔下に仔ネコ視皮質から切り出した脳組織標本をドライアイスにつめてストックホルムに航空便で送った。それを受け取ったギュスタが生化学・薬理学的分析を行なうと云う手順であった。ギュスタ・ヨンソンの名前はモノアミン生化学の分野ではよく知られていたが、一体、彼どんな環境で仕事をしているのであろうか？ 1981年の8月、私はカロリンスカ研究所組織学部の一翼をになうヨンソン研究室に出向いた。まず、目下一緒に書いている、 β アドレナリン受容体の発達に関する論文の詰めをしなければ行けない。実験としては、週齢の異なる仔ネコを使い、6-OHDAを視皮質内に生理学的実験と同じ条件下に持続注入した後、注入点から一定の間隔で脳切片を生で切り出し、これまで手を付けなかったモノアミン代謝産物の生化学的定量をするのが目的であった。ネズミを主に使うカロリンスカ研究所組織学部には、何処を探してもネコ専用の脳固定装置はない。このころボスのペテイグリューは実質上カリテックを離れてオーストラリアに戻っていたが、彼はペテイグリュー研究室の装置一式の全てを残していた。二組あったネコ専用脳固定装置の内の一つを手でぶら提げてストックホルムまで飛んだ。アルザ社製のミニポンプの外に、手製の持続注入セットの一式を幾つか持参した。

以前にパサデナから送ったサンプルには、対照群として、片眼瞼を閉じただけの仔ネコ視皮質から切り出した代物も含んでいた。カロリンスカに到着後、早々に数頭の動物を使い6-OHDA入りのミニポンプの視皮質内埋め込みを済ませた。2週間程の滞在であったと思う。ミニポンプの埋め込み手術から視皮質生切片の収穫迄の間、待ち時間を利用して近辺の観光に出かけた。もう一人の共同研究者で、当時トロンヘイム大学生理学部にいたポール・ヘゲルントを訊ねた。丁度、実験日に当たったポールと大学院生のエスペン・ハルトヴェイト（現ベルゲン大学）に付合って、一晚を実験室で過ごした。建物の外でわめくカモメ達は、その姿に似ず悪声の権化で、白夜の静穏を乱す事も甚だしい。徹夜明け、ヘゲルント研のコーヒー・テーブルの上にあった小判の新聞をなにげなく手に取った。New York Review of Books (NYRB)との出会いだ。以降、30年余にわたってNYRBが私の情報源の一つとなっている。

これほどの遠出でなくとも、例えば、スカンセン（野外博物館）をぶらつき伝統的なスエーデンの伝統的な生活様式にふれることもできる。構内の小高い丘の一端にあるベンチに、町並みを見下ろし無言で並んで腰掛けている老夫婦の姿があった。あるいは、電車とバスを乗り継いで一日がかりで出かけたストックホルム郊外、ストックホルム港を見下ろす対岸の島の崖っぶちにあるミレス彫刻公園は、私のお気に入りの場所の一つとなった。夢見ながら空中に身体を横たえている女の姿はふしぎな魅力にあふれ、大きな手掌の上につたって天を仰いでいる男は一体何を訴えているのか？

ギュスタには幾人かの大学院生の外に、3人の技術員がいた。彼女らは何れも朗らかな質で、忙しく手を動かしながらよくおしゃべりをしていた。この研究室では組織化学が安定した技術となり、熟練の技術員が主力となっていた。丁度ノーブラが上げ潮の時期で、3人の女性のうちで一番若い人はその実行者であった。話しをする時には、ちゃんと相手の顔を見るべし、と学んだ。スエーデンの8月はザリガニ・パーティーの季節。国内は勿論、近辺地域のザリガニを食べ尽くしたスエーデンでは、遠くトルコ辺りから仕入れているとか。ある金曜日の夕刻、組織学部全体のパーティーに招かれた。集まった人たちの顔ぶれは皆若い。ビールを水代わりに（いわゆる、チェイサー）、アクアヴィットの杯が空になる。元々このグループは年齢差の少ない集まりであるが、ザリガニ・パーティーの席上は又格別に賑やかだ。スエーデン語と英語の会話が陽気にとびかった。

組織学部の建物は、夕刻の一定の時間になると、そこら当たりがひどく静かになる。沢山の技術員たちが一日の仕事を終え姿を消す。実験室の明かりが消える。各研究室のボス達もいなくなる。第一印象は、当時自分が働いていたカリテック生物学部のベックマン研究所とはえらく違うようだ。ベックマンでは夜中過ぎまで、いや夜中を過ぎても明かりが消えることはなかった。ところが、よく話を聞いてみると、組織学部の若いボスたちはそれぞれ奥さんとは話しをつけており、週に2、3度は、自宅での夕食後にオフィスに戻り遅くまで仕事をする、と云う。何処であろうと、研究者は優雅なトップ・ダウンの世界の住人ではない。

私の滞在中にも、組織学部には沢山の訪問者がいた。その内の一人、ヴィッキー・Cはハーバード大学の研究者で、オリンピック水泳の元シンガポール代表の一人といわれ、きびきびした動きの魅力的な女性である。私が視皮質両眼性細胞の可塑性を話題にセミナーをした時、会議室の最前列に席を取った彼女は、私が一言口を開くたびに質問を浴びせて来た。1時間余のセミナー中、これが続いた。称して「これが、ハーバードが来訪者を歓迎するやりかただ」と、彼女は得意そうであった。私はあきれ果てた。一体全体、人の話しを聞きたいのか、それとも、間違っていると端から否定したいのか？もし、自分がヴィッキーと共同研究を組んでいたとしたら、どんな毎日になった事か。ストックホルムの町に買い物に出かけた彼女からオフィスに突然電話が入り、車で救出を求められたトマス・ホックフェルトの当惑が目に浮かぶ。

国際学会いろいろ

人を評するのに、国内中でよく知られているとか国際的とか云うが、後者が前者より優れている、と云う事ではない。ただ、評価の母体となる集団の大きさと質に違いがあると云う事だ。研究者にとって国内で専門分野の年次学会に出るのは当たり前の事だが、話しが国際学会となると、普通には、むしろお祭りの色彩が強くなり、「新しい情報のとび出す場」としてはあまりぱつとはしない。研究者の往来がますます自由になる昨今、外国からの参加者がいるから国際学会だ、と云う程の事もあるまい。問題はいつも「誰が何を考えて、どんな演者をよんで、どんな集まりを持つか」だ。

私が比較的忙しくしていた頃のこと、1980—2003年の20年間余の間に都合22回、いわゆる特定学会（私の場合、Society for Neuroscience と Association for Research in Vision and Ophthalmology)の年次会とは違う集まりに顔を出す機会に恵まれた。集まりの名前は、コロキウム、国際カンファレンス、第X回〇〇研究所カンファレンス、研究会、△△追悼記念シンポジウムなど等、様々だ。自分が招かれた最初は、かつての米国自動車産業の中心、デトロイトにあるウエイン・ミシガン州立大学の解剖学部が新たに神経科学部門を開設するにあたって、1980年5月に開いた「神経系の可塑性」コロキウムだった。2年後の冬、神経伝達物質をテーマに第7回生理研カンファレンスが開かれた。外国からの招待講演者は、パリから来た神経生理学の古兵、ゲルシェンフェルドとシカゴ大

学の精鋭網膜生理学者、シュワルツに私を加えて3名。当時まだカリテック生物学部にいた私は、この集まりの総責任者で慶応大学の金子章道さんから英語の招待状を頂いた。彼はカサマツと云う姓からして私を日系アメリカ人と思ったと云う。この学会の公用語は英語で、講演者は勿論のこと、会場で手をあげる日本の若者も英語で質問した。壇上にいる3名の招待講演者は誰も、会場からの質問や演者とのやり取りを、正直にいつて、学芸会の舞台を観る思いで見守った。7年後の「視皮質可塑性の神経細胞機序」と題する1989年の生理研カンファレンスは第14回目であった。当時、ノルアドレナリン仮説をめぐって米国神経科学界で盛んに叩かれていた私を見据えて、会場からはかなり厳しい発言が届く。追加のスライドで新しいデータを見せて、私も自説の防戦に努めた。持続する志。会を重ねる事の重みをつくづくと感じた。もう、学芸会の参観ではない。本番だ。

個人的には、どの機会もそれぞれに記憶に残るが、風変わりなものと言えば、マロワ博士主催の生命研究所世界カンファレンスが挙げられる。1982年は第7回目で「先天性心身障害の予防」をテーマのストラスブルグ、第9回は「理論物理学から生物学へ」と題する84年のルールと機会は二度あった。ストラスブルグは独仏両国の境にある町で、欧州戦争の度に帰属を変えさせられた土地だ。町中の墓地をジョギングで走り抜けた折に見たものは、フランス語で刻まれた墓標の隣にあるドイツ語の墓標であった。マロワ博士がフランス国内で集めた基金をもとに始まったこの高踏的とも云える集まりは、フランス政府の方針に基づきフランス語が公用語であった。外国人の口演者は別として、フランスからの演者は母国語

での発表が求められた。優れた同時通訳者が数人雇われて、会場後部の映写室にがんばっていた。小さく見える舞台上の講演者より、手振りをいれて英語の同時通訳をこなしている男達の晴れ姿に見とれた。この一見高踏な集まりに参加したお陰で、高名な分子生物学者のサイラス・レヴィンサーや日本電子顕微鏡学会の恩人、スタンレイ・ベネットと直に話しする機会に恵まれた。グループ毎に別れた討論の折に、別の折りにも触れたが、白髪を揺すりながら、レヴィンサーが癌患者が何故死ぬかではなくその生き残りを徹底的に調べろ、と云ったのをよく覚えている。また、彼はヒト奇形腫瘍を例に挙げて、「動物モデル」の意味を問うた。日本人研究者と付き合いの深いスタンレイ・ベネットは、この集まりの報告書の為に私がつたない英語で書いたりレポートの校訂を、快く引き受けてくれた。

今日に至も付き合いのあるギュスタ・ヨンソンと始めて出会ったのは、カテコールアミンをテーマに続いているゴードン・カンファレンスの一つだ。必要に迫られ必死で読んだ膨大な文献から得た知識は未だにこの分野で通用するのか？新参者の私にはそれが知りたかった。この初体験では、口演の為に招待されたのではなく、自分自身の好奇心にかられて自腹を切って参加したのだ。80年代初めの事だ。そのゴードン・カンファレンスの一つに招待されたのは1985年の夏の事で、現・ハーバード大学神経生物学部のカーラ・シャッツが主催の「神経可塑性の分子及び細胞的機序」とうたった集まりであった。演壇上には大学院生の直裁な風貌をただよわせながら、小脳パーキンジュ細胞回路の学習効果を説き、当時の米国内では主流であった脳幹説を排して「伊藤学説」の正しさを力説する宮下保司さん(現東大医学部生理学教授)の姿があった。

この学会で、個人的には、もっと忘れられない事がある。幾つかあったテーマの一つは、勿論、大脳視皮質両眼性細胞の可塑性である。まず、それぞれの発表を済ませた後、ワシントン大学 (Washington University) (当時) のN・ドー教授と私は演壇上に並んで立ち、会場からの質疑応答の場となった。ハーバード大学神経生物学部のある高名な先生が立ち上がった、「ナイジヨーがあれほど云っているのに、お前さんは未だ自説が正しいと云うのかい？」何と答えたかはもう覚えていない。続いて、これ又同じ神経生物学部の女性研究者がさげんだ、「あんたの話しは信じられない．．．。」私はただ呆然として、彼女の振りかざす亜麻色の髪を見つめた。後日、この折のことをジャック・ペティグリュ-に話したら、彼氏曰く、「彼らのする事は、いつもその辺りだ．．．。」

1974年の年末に離れて以来、私は前後二度ゲッチンゲンに出向いた。はじめてこの町にもどってきたのは、1980年代の初め、オットー・クロイツフェルト教授主催でIBRO (国際脳研究機構) 関係の集まりがマックス・プランク研究所生物物理化学部門で開かれた折だ。ベアリー・リー (現ニューヨーク市立大学視光学部) を始め、旧友のクラウス・アルブス、クリストフ・ノートツルフト、それにウルリッヒ・クーントなど、クロイツフェルト研究室の懐かしい連中に再会した。会場には日本からやって来た旧知の外山啓介さんの顔もあった。所用あって一日、スイスのジュネーヴまで飛んだので、彼と親しく話す機会を逃した。1993年5月18日から4日間、私は、再び、懐かしのゲッチンゲンの町に滞在した。だが、今回は前回の様に舞い上がる訳には行かない - オットーの追悼記

年シンポジウム。一年前に、彼は肺がんに倒れた。56歳、若すぎる逝去であった。「ドイツ人らしくない」ドイツ人が一人いなくなった。私は故ヘンドリック・ファン・デア・ルース教授司会の分科会で話したが、これ迄20年近い仕事の積み重ねをふまえて、初めて視皮質細胞可塑性についての自分の考えを「2要因モデル」として提唱した私の話は、与えられた時間を大幅に越えてしまったが、ヘンドリックさんはよく辛抱してくれた。この数年前にローザンヌ大学解剖学部の学部長をしていた彼の研究室を訪ねた事がある。教授室は突然変異マウスの入った函であふれていた。私のセミナーの後、ノルアドレナリン仮説を唱え先走りがちな私を前に彼が云ったのは、自分の考えを他人に分かってもらう事の大切さだ。長年鬱病と戦っていた彼は、その数年後に一人で森の中に歩き出し自分の命を絶った。私の知る限り、彼は物事を極めると云う点で、「学者」と呼べる最後の人物だった。

二度目のゲッチンゲン行きの際に、一つまことにけしからぬ思いをした。集まりの会場となったマックス・プランク研究所からはなれた所にあるホテルに分散して泊まっていた参加者は毎朝、バスに分乗して会場に向かった。ある朝、私を日本人と見据えた上で、並んで座った男が話しかけて来た、「先の戦争で、日本人はよくやった、．．．」。如何に沢山のナチとその共鳴者が第二次大戦の西独社会にとけ込んだことか。『オデッサ・ファイル』を思い出した。今回の集まりの最後の晩、クロイツフェルト夫人、メアリー、の家でパーティーがあった。「脳は複雑すぎて、リダクショニズムで当たるより外に手は無い．．．」と言い張るバート・ザックマンを相手に反論しようにも、動眼神経系の世界では著名な例の老教授

が側には、前日の不愉快な会話を思い出し、自分の考えがまとまらない。

青斑核細胞の同定とその働き

3.14.1 カテコールアミン蛍光組織化学法の開発

科学の世界でしばしば観察される現象は、新しい計測方法・実験手技の開発や純度の高い物質の導入が一つの研究分野を飛躍的に展開させる事実だ。私は後発ではあったが、カテコールアミン蛍光組織化学法の開発の一端をかいま見る機会があった。この章では比較的近く、とは言え間接的に、その発展を見守った部外者の感想を述べても、その詳細な歴史を振り返る事が目的ではない。

1) スエーデン学派の功績

生体組織内に存在するアミン類をカーボニル複合物（例えば、フォルムアルデハイド）と反応させる際に発現する蛍光を捕まえるやり方で、生体内アミン類の検定が試みられたのは1960年代初頭だ。後年Falck-Hillarp（ファルク - ヒラープ）法と呼ばれた、この先駆的方法論の残した足跡は大きい。Falck-Hillarp法で捕まるアミン類は当初限られていた。が、彼らはその欠陥は次々と克服し、次世代の研究者を巻き込みながら、より適用範囲が広くしかも感度の高い組織蛍光法を開発した。ここで初めて、カテコールアミンやセロトニンなど、組織内に極微量しか存在しない為に、仮に神経伝達物質といわれてもその証明の難しかった物質の直

接検定・証明が可能となった。30年代にはDale (デイル)がアセチルコリンを末梢運動神経の、また、論議の末1946年にはVon Euler (フォン・オイラー)がノルアドレナリンを交感神経系の神経伝達物質と決めてから久しいが、脳内の神経伝達物質については議論百出で、例えば、「視覚系の神経伝達物質は何か」は、はっきりした答えのする可能性は少ない為に、まともな研究者の係わるべき問題とされなかった頃の話である。

FalckとHillarpの直系を自負してカロリンスカ研究所組織学部にラボを構えた人たちの中には比較的年長組のK.FuxeとT.Hökfelt (チェル・フックスとトム・ホックフェルト)の外に、若者組ではL. Olson(ラーシュ・オルソン), G. Jonsson(ギュスタ・ヨンソン)それにU. Ungerstedt(ウルバン・ウンガーシュテット、薬学部)らがいた。彼らは、ルンド大学のA. Carlsson(アーヴィッド・カールソン)やO. Lindvall (オレ・リンドヴァール), A. Björklund (アンダース・ビョルクlund)と激しく張り合っていた。前者は時代の定説を覆し一細胞多伝達物質説を生み、あるいは、特異的神経毒 (特に、カテコールアミン系にたいする6-ヒドロキシ・ドーパミン) を駆使してモノアミン系細胞の発達や軸索の分枝・可塑性を細かく記載し、分野のリーダーとなった。一つの研究分野を作り出した。後者の活躍は、これまた、当時の学会定説とは異なり、「ドーパミンが単なる代謝産物の一つではなく独立した神経伝達物質だ」と云う1957年のCarlssonの発見に始まる。彼らは、又、ドーパミンが線条体に多量存在し、パーキンソン病では減少している事を突き止め、L-ドーパ療法を編み出した。Carlssonは2000年のノーベル医学・生理学賞受賞者の一人だ。Björklundと

云えば、分子遺伝学上の手法が神経科学に押し寄せるずっと以前から、ネズミのモノアミン系を使い、パーキンソン病の治療法として、脳移植の可能性を研究して来た男だ。かれは優しい風貌をもっている。長年ソーク研究所に陣取り、大人の脳内に新生神経細胞 (neurogenesis) を発見したF. H. Gage (フレッド・ゲイジ) はビョルクルンドの直系だ。

私は80年代の初めにカロリンスカ研究所組織学部へ出張する機会があった。当時、ギュスタ・ヨンソンと一緒に仕事をしていた。研究者はもともと噂好きなのだが、自分もご多分に漏れない。ある時、ギュスタにいきなり訊ねた、「お前たちはモノアミンの組織化学で突出しているが、何故、スエーデンで組織化学が発展したのか？ どうしてスエーデン？」彼の答えは明快であった。「スエーデンの様に小さな国では — 当時人口700万人 — 進歩の激しい科学の分野全般に人と金をばらまく訳にはいかない。どこかに焦点を絞るとすれば、伝統的に強い化学工業の延長上であり、しかも将来性のある分野の一つとして組織化学が考えられたのではないか？ 生体組織をすり潰さないで出来る化学反応なんて、いいんじゃないか？」全体像を保ちながら、物・分子の動きを追っかける事が出来る、それは脳研究者の夢だ。その意味で、組織化学法の創設は目下隆盛を極めている各種イメージング法の先駆けと云える。後者では、丁度、生化学の強みが組織切片上に生かされる様に、物理計測・エレクトロニクスの計測感度の良さが光計測法・陽電子放出断層撮影法 (PET)・機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を可能にした。

2) 阪大高次研解剖の清水研究室

神経線維連絡を追求する手技として鍍銀法があげられる。第二次大戦後、日本は勿論、世界中の何処を探してもこの技術を継承し活用している解剖学者はいなかった。ただ一つの例外を除いては。必要に迫られこの伝統的な手法を勉強する為に、高次研解剖の清水教授はハンガリア首都、ブダペスト大学のJanos Szentagothai (ヤノス・セントゴタイ)教授の門を叩いた。私が阪大医学部の学生であった頃聞いた話しだから、清水先生は50歳前後であったと思う。東西冷戦のさなか、1ドルが360円の時代に東欧の小国に出向かれた。この話だけでも、清水伝説が医学生の間で生まれるには充分だ。が、本随は「脳切片上での生化学」である。60年代初頭、青斑核細胞にはモノアミン酸化酵素の働きが目立って強い事を発見し、青斑核をアミン細胞研究の中心に押し上げた。この頃、彼は和歌山医科大学にいた。この熱意が、後年、同大学脳神経外科のアミン・グループにつながっている。阪大医学部に移ってから、彼の青斑核研究は更に進展した。その主な成果は、新皮質や海馬に分布するノルアドレナリン含有線維終末の出所を青斑核単一細胞に同定した事や、発育期の脳内神経回路の形成・発達にアミン類が深く係わる点を明らかにした事と云われている(遠山正弥さんの『追悼 清水信夫先生』による)。私は数年間、高次神経活動研究施設と云う同じ屋根のもとに暮らしたが、岩間先生の下で睡眠時のネコ外側膝状体からの誘発電位記録に明け暮れていた自分には、解剖学部の清水研で青斑核の解明がここまで進んでいる、と知る由もなかった。このあたりの機微は、後年、自ら青斑核細胞の電気生理学的同定に挑戦した中村彰治さんが詳しいであろう。セミナーの際によく引用した、脳幹モ

ノアミン細胞群・青斑核細胞の系統発生についての話しなど、全ては、私自身が視皮質可塑性との関連で、思いもかけず青斑核細胞に行き当たってからの追体験だ。

3.14.2 青斑核細胞の電気生理学的同定

組織化学のもたらす新しいデータの山を目の前にして、生理学・薬理学徒がただ手をこまぬいていた訳ではない。世界中で沢山の研究グループ(例えば、エール大学薬理学部の G. Aghajanian (ジョージ・アガジャニアン)が)、色んな標本で青斑核細胞の単一放電を記録をこころみていた。その多くは、ドーパミン系の黒質核細胞相手の際と同様に、モノアミン関係の賦活剤や抑制剤を使い、個々の細胞の興奮性への影響を調べた。興味の一つは、例えば、自己受容体と呼ばれる機序の有無を問う実験であった。この競争の激しい世界に一人の若者が参入した。阪大高次研生理、岩間研究室の大学院生であった中村彰治さんが、一体何を考えてネズミの脳幹部に微小電極を差し込んだのかは知らない。私が彼と知り合ったのは、事がなされてからずっと後のことだ。青斑核細胞の上向性投射線維の分布先である新皮質や海馬に刺激電極を埋め込み、その電気刺激が作る逆行性の入力で単一青斑核細胞を賦活すると云う、至って簡単なしかも感度の良い方法を使い、電気生理学的基準にてらしつつ青斑核細胞を同定した。この手法の簡単さが次世代の色んな実験計画を可能にした。

3.14.3 なぜ青斑核細胞が必要なのか？

上にも少しふれたが、動物種がトカゲの様な古い種属から、トリ、マウス、ネズミ、ネコ、赤毛サル、ヒトと順次新しい種に進み、体形も変わり大きくなるに連れて、脳幹部に分布する3種類のモノアミン含有神経細胞（ノルアドレナリン、ドーパミン、セロトニン）にも変化が見られる：まず、細胞の数がふえ〔それぞれ片側青斑核当たり：トカゲ 数百個、ネズミ 1.5千個、ネコ／赤毛サル 数千個、ヒト 1-1.5万個〕、それにつれて、脳幹部での3種類細胞体混在の程度は少なくなり、ほ乳類ともなれば3種類の細胞はそれぞれ独立した場所をしめる様になる。ノルアドレナリン系の青斑核、ドーパミン系の黒質核、それにセロトニン系の縫線核である。一個の青斑核細胞が投射線維を送らない場所は脊髄を含めて、中枢神経系には存在しない、と云われる。また、縫線核や黒質核との間に豊富な投射線維の相互乗り入れがあり、例えば、青斑核細胞専用の働きを考えるのを難しい問題にしている。更には、膨大な投射系の存在だ。勿論、フィードバックの形で多様な線維投射先からの入力もある。通常、実験動物を睡眠・覚醒、注意集中、学習などの特定の行動状態に置き、その際に生理学的手技で青斑核細胞の興奮性の変化を記録し、大きな変化を生むような行動条件が、青斑核細胞の働きである、と決める。この判断基準によって膨大な基礎的データの集積がなされた。だが、もう一步踏み込めば、青斑核、黒質核および縫線核はいずれも、個体の置かれた状況に対応しながら投射対象領域にある神経回路の一元的働きを修飾するべく働く、と考えるのが良いのではないか。この考えを支える論点は、個々の青斑

核細胞の持つ組織学的・生理学的特性から由来する。例えば、個々のノルアドレナリン含有神経終末を電子顕微鏡下に調べると、しばしば、シナプス後膜の外で神経伝達物質の放出像が認められる。また、その機序が脳幹部にある細胞体の放電活動によると云うより、むしろ、もっと直接的に、被投射領域、例えば、視皮質であれば、光刺激に連動して視皮質内の局所的機序が賦活化しノルアドレナリンを放出する事を示す生理学・薬理学上のデータがある。

このノルアドレナリンの非シナプス性放出は何を意味するのか？

この組織学上の所見は、細胞外誘導で記録した単一放電のスパイク幅が異常に広い事に対応する、と思われるが、どうであろうか？ これらのデータが意味するのはノルアドレナリン系の働きは、ミリ秒単位で神経情報を伝達する事ではなく、もっと長い時間単位で相手に働きかける事だ。ノルアドレナリンが神経修飾物質と云われる訳はここにある。早い時期に、生化学はノルアドレナリン作用の共通項としてサイクリックAMP分子を仲介とする二次メッセンジャー系の概念を作り、B-アドレナリン受容体賦活に始まりA型プロテイン・カイネースに至る機序分子の連鎖を分子レベルで解明した。その解析が関与する分子、例えば、B-アドレナリン受容体、の立体構造解明まで進んだものもある。同様の進歩は、勿論、ドーパミンやセロトニンでも見られる。ノルアドレナリンによるB-アドレナリン受容体の賦活の結果として、サイクリックAMP分子が視皮質両眼性細胞可塑性に深く係わることは、既に1980年に発表した。その後も、この線に沿った成績を続けて発表した。が、ふしぎな事に、未だ分野での共通の理解とはなっていない。

3.14.4 ギェリー・アストンジョーンズ (Gary Aston-Jones) とスーザン・サラ (Susan J. Sara)

多くの神経生理学徒が基本的な動物行動の一つとして、睡眠・覚醒の研究に携わっていたころ、

ギェリー・アストンジョーンズはフロイド・ブルーム (F. Bloom) 研のポストドクになった。彼は先輩のステイブ・フット (Steven Foote) と組んで、睡眠中のネズミ及びサルの青斑核細胞から単一放電記録を行った。1980年代の興味ある発見と云えば、自発放電のほとんどない青斑核細胞が特殊な条件下、例えば、記録実験室のドアが開き誰かが入って来た際に極短く群発放電発射を起こす事だ。おや、なんだ細胞の働きだ。以降、認知心理学で云う注意との関係でこの話しは発展した。アストンジョーンズは自分のラボを立ち上げてからも青斑核にこだわり続けた。青斑核細胞の入力・出力関係を組織学や生理学上の手技を駆使して調べ、その詳細を明らかにした。彼は今や分野の旗頭となった。

もう一人、青斑核にこだわり続ける研究者がいる。パリのCNRSで仕事をするアメリカ人のスーザン・サラだ。Neurotreeをみてもそれだけでは彼女の背景は浮かびあがってこない。ヨーロッパで開かれたある学会で知り合った時、彼女は既に、動物の学習や認知行動との関係で青斑核細胞を深追いしている研究者であった。もし、何の先入観もない貴方が、「情動な

しに学習はない. . . 」と云う話を耳にすれば、一体どんな印象を持つであろうか？ 子育てをせず、或は、教壇にたった経験のない人でも、学習＝教育と考えれば、この意見に直ちに賛同するであろう。外国語習得の臨界期を遥かに超えた24歳の自分が、ヒマラヤ山麓をほっつき歩いている折に覚えたネパール語が、その語句は限られているが、46年後に口をつけて出て来るのも、強い情動に支えられた学習効果の為と考えられる。青斑核研究は優れた学習・認知行動の動物モデルを提供している。

3.14.5 カテコールアミン効果の神経ネット・モデル

脳研究のあらゆる分野でコンピューターを使ったモデルテストが出来る時代になった。1990年の夏、何気なく読み流していたサイエンス雑誌（8月24日、249号）上で、気になる表題が目飛びこんだ。「A network model of catecholamine effects: gain, signal-to-noise ratio, and behavior」著者はカーネギー・メロン大学コンピューター科学部の3人(Servan-Schreiber, Printz, 及びCohen)。ちゃんとした記載があるから、順次展開する論旨が何を言わんとするのかは、数式に強くない自分にも分かる。違ったアルファベット文字を次々と短い間見せながら、もし同じ文字が続いたらボタンを押させるやり方で、注意・集中度を測ることができる。情報工学信号検出理論の概念である、正解 (hit) ・誤り (miss) ・早とちり (false alarm)を援用すると、人を使った実験では誤り率11.7%、早とちり率0.6%。彼らの3層からなる神経ネット・モデルの感度をこの数字に近い

辺り(それぞれ13.0%及び0.75%)に選んだ上で、カテコールアミン系の賦活薬、アンフェタミン、の効果（人では誤り率5.5%、早とちり率0.5%）を再現するために、システムの利得を1.0から1.1にあげてカテコールアミン放出の効果をまねる。このシミュレーションで、彼らのモデルは誤り率6.6%、早とちり率0.78%の振舞をした、と云う。精神物理学上の手技で扱える注意・集中度の測定にしばらく、神経ネット・モデルがこの程度までカテコールアミン系の働きを再現できるんだ、と目を見張った。

脳の可塑性 – 大人の脳はどれほど柔らかいか？

3.15.1 生物進化の歴史 – いのちと時間

笠松です。しばらくご無沙汰しておりましたが、本日は皆さんの顔が見られて大変嬉しく思っています。 久しぶりに「一緒に旨い物を食べながら、一杯飲み、おしゃべりしよう」と考え カリフォルニアから出かけて来ましたが、幹事の露口さんにとつつかまり、「日頃顔を見せない分 税金を払え. . . 」と云う事でしょうか、こうして皆さんの前で話をするはめになりました。 30分間ほどおつきあいを願います。 さて今日は、皆さんには少し耳慣れない事を申すかも知れません。「これはひどすぎるさっぱりや. . . 」と思われれば、ご遠慮なく その場でお訊ね下さい、出来るだけ説明させてもらいます。

えー、私はこの頃とみに「また神隠しや. . . 」と云って暮らしています。 夫婦してそうですから家庭内では問題ありません。 神隠しは前期高齢者の我々には当然のことで、何もびっくりするに値しません。「そうかいな. . . 」と云うだけです。 あえて云えば、嬉しい事に、歳はとっても「一瞬忘れる事がある程、未だ、たくさんの事に興味がある」のです。 もって良しとすべきです。 樹木ならば、ウイルスや昆虫に屈せず、山火事・地滑り・地震に津波などの天災にも遭わなければ、何百、千年間と生き続け伸び続けて、メタセコイアのように大樹になるのですが、

人間はそうはゆきません。哺乳類と云う車に乗っかって進化した代償を払わねばなりません。生きるためには必要な遺伝子を発現させて蛋白質を造り、細胞分裂を繰り返さねばなりません。その度に細胞核内染色体の末端にくっついている「テロメア」と呼ばれるDNA部が短うなり、細胞老化につながります。相棒のいない電子をもったフリー・ラディカルによる酸化作用でもテロメア短縮は起こります。いずれにせよ、この「テロメア時計」を使い切れれば個々の細胞は死にます。細胞死が広がり、やがては個体全体が、つまり我々は土に帰ります。まあ、こんな形で我々は、一人ひとりの夢や思い入れの消滅をも含めて、宇宙全体のエネルギー不滅原則の一環を担っている、と云えます。

『川の流れる様に...』と云う歌の文句ではありませんが、時は止まる事を知りません。この流れは、「大古から今を経て未来へ」と云うように、悠然と決まった早さで、しかも決まった方向にしか運びません。人の一生を90歳としますと、これは80万時間足らずです。私達はこの大事な時間をもう随分使いました。残りを長いと思うか短いかは別として、現では過去を再び生きることにはできません。つまり、やり直しはありません。「邯鄲の夢」のように、人間一生の栄華物語も夢の中ではたかだか数分間の出来事、煮かけのコウリャンが仕上がる暇もありません。

「時空間」を自由自在に往き来出来るタイム・マシーンだけは、しょせん、我々の夢物語です。

ところで、これは実験室の中だけの話しですが、「時間（正しくは光）を止めて見せた」研究があります。興味のある方はstopping lightをキー・ワードにしてグーグル検索してください。超低温下、ガス状になったナトリウム原子の雲を磁場の中で捕まえ、それに高精度・高エネルギーのレーザー光線を当てる実験です。温度の低下につれてこの装置から飛び出して来る光の速度が落ち、やがて光が全く出てこない、つまり、一粒一粒の光の粒子がナトリウム原子に捕まり、全く動けない状態になったのです。液体窒素で凍らせるぐらいではダメで、金魚なら解凍すると直に生き返って泳ぎ出します。でも、もっともっと低温で、「生物が存在し得ない様な極限状況」の下では『光陰矢の如し』ではあり得ない、と云えます。つまり、この世、この宇宙は「生き物あつての時間」なのです。大方の認知心理学徒も、この考えには同感するはずです。

お医者さんの皆さんを前にして口にするのも変ですが、古来「不老・不病・不死」が私たち人間の願望であり、又これからもそうあり続けるのは、あくまで「自分たちが現世の虜」である事を充分承知しているからでしょうか？ 虜とは云え、「今を生きている」事自体が、我々の理解する宇宙全体からすれば例え一瞬だとしても、「時の流れを自分たち一人一人の身体で受け止めている」、「けなげにも流れを押し止めている」とも考えられます。この意味で、我々悩み多き人間は生まれながらにして自然の、宇宙の摂理に逆らう「異端者の最たるもの」なのかも知れません。2千5百年前の昔に、コンピューターの助けもなく、唯ただ瞑想の末、この「今を生きる事の大切さ」を見抜いた生身の人間が東洋の地に現れたのは驚嘆すべき事です。

ともあれ、時の流れに伴って起る変化一般と云えば、外からエネルギーを貰わぬ限り、目の前にある物体は総て壊れていくだけです — エントロピーの増大と云う古典物理学の世界です。 にも関わらず、ここが大事な点ですが、「今を生きる生物」は子供を産み育てて、子孫をのこします。 つまり「無から有」を作り出します。 例えこの仕組みが、「ダーウィン流の生命観

(A Darwinian View of Life) と云う副題のついた著書『エデン川の流れ (River Out of Eden, 1995)』の中で高名な英国の分子生物学者リチャード・ドーキングズの云う様に、例え「生物の生き様は全てDNAと云う黒子に操られた仮の姿」だとしても、そのDNAの発現を思い通りに変えようなんてする辺り、誠に、近頃の人間はなかなかの反逆児です。

ただ、私たちを取り巻く毎日の現実には「変わるものと変わらないもの」とが色とりどりに混ざり合っています。 古くから風流の世界ではこの辺りの機敏を「不易流行」ととらえていますが、確かに、宇宙を支配する物理学の法則に背いて「個体が今を生き — 子孫を作り — 種属が生き延びる」為には、まるで車の両輪のごとく、未来につながる変化と過去そのものの不変化の両者が共に必要なのです。 そのバランス・調和の上に命が営まれている、と云えます。 我々の祖先はこんな「命と云う、それぞれの個体にとっては限りのある時間の帯」のうねりの連鎖に担がれて、この約千七百万年の間走り続けて来たのです。

3.15.2 人類の歴史

普通の意味では心をもたぬ動物一般が何を感じ、何を良しとして生きているのかと云う問いは、とても我々には答えられません。ただ、哺乳類に代表される各種の野生動物が、例えばアフリカ象に見られる様に、集団の長の脳に詰まった長期の記憶と瞬間瞬間の直感をたよりに、限られた目的（食と性）を持って、いつも自分と周りとの関係を見定めている事は間違いのないようです。全ては、個体が、そして集団が生き延びる為に。このイメージは何と我々の祖父母が育った時代の風潮に近い事か。

さて、人類の歴史が例え生物進化約37億年の内の極わずかの出来事だったとしても、動物としてはそれほど大きくもなく、力も強くない我らが祖先が、しかも遅れて来たにも関わらず、外の大型動物との競争に耐えて「如何にして生き延びた」のか、不思議に思われませんか。こんなにひ弱なヒトの特性・強みとして考えられる事は、論じ尽くされた道具や火の発明・発見を別として、三つあります。第一には、比較的安全な樹上生活を捨て地上におり、森をでてアフリカの草原に進出した我らの祖先は、その時既に二本脚の「長距離ランナー」だったんです。必要な際には素早く危険から逃れ、更には、遠距離を走ってはくたびれ果てたウマにも追いつくと云われるヒトは、耐久性に強い筋肉に恵まれ、物欲にかられ執拗に走り続ける事で、貴重なタンパク質源を確保しました。ライオンやヒョウの倒した「大型動物の太骨をたたき壊してその中の骨髄をしゃぶった」

と云う説もあります。 いずれにしろ、我らの二本脚が刹那の、ひいては毎日の生存を可能にしました。 このきびしい競争社会を生き延びるため、ランナー達は今も進化し続けています。「42.2キロ・メートルを2時間以内」の日も来ます。 この8月の北京オリンピックのマラソン競技の成果がこの日の到来を予感させます。

と同時に、ヒトが「長期プランナー」の集団であった事も大切な点です。 何事によらず、変化の兆しはいつも周辺部でおこります。 その上で、都攻めのエネルギーが事の成り行きを決めます。私の話では二本脚からはじまり、次は頭に来ます。 基本的には、生物進化の極みとも云うべき「脳の肥大」が人類の存続と発展を可能にした、と云えます。[お陰で母親たちは未だに、或は昔以上に、頭デッカチの子供達の出産に苦勞していますが。ところで、頭デッカチの子供をどうして生むか？ 有袋類のカンガルーとはまったく別の理由で、ヒトの母親は乳を飲み全身で泣く事以外には何もできない「未熟児」の我が子を生む道をとったのです。未熟児の我子を腕に抱けば、オキシトシンが身体中を駆けめぐります。母親の心配性はこれ又、当たり前の話です。] 膨張した脳髄では入れ物が大きくなりましたから、まず、部品たる神経細胞の数が増え、その増加に伴い細胞間結合（所謂シナプス）の数が幾何級数的に増え、各種の神経回路網が複雑さを増します。 その結果、膨大な神経結合の重複を頼りに、司令塔たる脳の中での「機能分化、局在化及びその発展」が可能になったのです。 ひいては記憶力や理解力が大いに増えました。 観念の世界で時空間軸上を自由に往来する為には、感覚系でも運動系でもない、新たな類いの新皮質が必要です。脳の肥大がそんな新領野の造成をゆるし、皮質前

頭部に特異的な発達をとげます。「常に以前の体験をたよりに、ずっと先の事に思いを巡らせて」我らの祖先は生き延びたのです。

ともあれ、せいぜい数秒間の作業記憶（記憶の一種）しかないイヌ・ネコでは、黒沢明監督のような映画は作れません。「朝三暮四」のサル達でも行き着く先は知れています。だが、時空間軸上を自由に往来する為に必要な潜在的脳力を前頭部に持っているヒトの子は違うはずです。家庭や学校で遅延満足（delayed gratification）を身につけたヒトの子はなおさら違います。大江健三郎ならさしずめ「持続する志」を可能にした、と云う筈です。

最後にもう一つ付け加えるならば、遊び・好奇心先導の創造性をあげます。偶然から「いも洗い文化」をつくり出した野性のニッポンザルはもちろん、家庭で飼っているネコでも相当の好奇心に駆られた振舞を見せます。遊びだけなら小林一茶のスズメでもしかり。これら身近な動物たちの好奇心の延長線上に、ヒトは飛躍的に増大した記憶力のお陰で、中国5千年の歴史絵巻を夢に見ることさえ出来ます。時空間軸上の自由往来を前提にした好奇心にかられます。それに伴い、「よくは分からないが ともかくやってみる」形の創造性が生まれた、と考えます。量と質の両方に於いて、ヒトは知りたがる動物の最たるものです。これが私達ヒトの「脳の進化」の大筋、あるいは、良きにつけ悪きにつけ成れの果てです。

3.15.3 自分に合った脳をつくる— 神経可塑性

さて、集団から個人個人に目を移しますと、一人のヒトとして「どんな脳を、どのようにして何時つくるのか？」が問題となります。

大人の皆さんは 既に出来上がった頭脳をもっていますから、安心というか、もうジタバタしても始まらないと云うか。 すべき事は比較的簡単で、今持っている代物を、各々、充分に使っていただければよいのです。勿論、例えばリハビリを必要とする方には時間をかけた特別の配慮が不可欠です。 対照的に、育ち盛りの子供達はそんな暢気な事では済みません。 物凄い速さで脳が発育している、つまり、刻々と作られているからです。作り損なっては大変です。本人はもとより、周りにも大損です。

ここで、この半世紀の間の脳科学研究成果の一端をかいつまんでご紹介しますと、米国内で昨今物議をかもしているキリスト教原理主義者の一派の唱える如き、神の思し召したる知的設計論（Intelligent Design説）とは裏腹に、脳の仕組みはその作成過程からして、各個人の体験に依存して、まこと「成り行き任せ」なんです。 大脳皮質の各領野での基本的な脳内地図が出来上がる途中から出来上がった直後の話しですが、 脳のふくらみが増すのと相まって、先に触れましたように、まず部品である神経細胞を大量生産します。 勿論、発育の途中で未熟ではありますが子供の脳はそれなりに働いています。 神経細胞はお互いの間の情報交換をその主な仕事にしていますので、この点では、まるで携帯電話を手にした子供

たちの様にシャベリ続けています。それなりに必要な情報を絶え間なくやり取りをしながら、将来一緒になって特定のネット・ワーク（神経回路網）を形成する神経細胞同士の間で、しかるべき結合相手をめぐって激烈な競合が展開します。その結果、「競争に勝ち抜いて」ちゃんと結合の相手を捕まえ続けた神経細胞だけが、結合相手から神経成長因子-人間関係で言えば丁度、愛情・思いやりのようなものですか?-の供給を受け、回路網の中で生き残ります。こうして、「安定して長く使える神経回路網」ができます。例えば、眼と大脳視皮質を繋ぐ中脳の中継神経核で云いますと、大人では神経細胞の数が最大の2百万個台から百万台へと、発育途中の子供に比べて半減します。この淘汰過程は、言わば、将来への投資です。幼弱時の未熟な神経回路を使いながら、子供達は「自分自身にとって一番使い勝手の良い部品やそれで出来る回路だけを将来に遺して」後は切り捨て、（部品回収に回し）大人になって行きます。この「似たもの同士間の競合に基づく神経細胞結合の選択と組替え」を神経回路の可変性・可塑性と呼んでいます。[云ってみれば、つい先頃、米国大統領の第一次選挙で民主党のオバマさんとクリントンさんの間で戦われた、熾烈な乗るか反るかの、民主党大統領候補の指名争いのようなものです。因に、ま近に迫った本番のオバマ対マッケインの争いは、本質的に異なるもの間の選択で、競合現象ではありません。]

もう一つ決定的な点ですが、それぞれの個体が発育期に感受する体験を反映して脳が創られてゆく過程を、この神経回路の「臨界期可塑性」が支えています。つまり、可塑性が体験の意味付けをします。手足の神経にも勿論可塑性があります。ご存知の通り、身体の怪我の後の機能回復

には 広い意味で神経可塑性による神経回路の修復が先行する、と考えられます。ここが大事な点ですが、末梢神経系とは異なり、脳では特徴的にこの神経回路可塑性の発現が「個体発育の比較的早い時期に限って、しかも、一過性に見られる」と考えられます。つまり、生後発育の比較的早い時期の短い一定時期に特徴的に見られる現象で、脳内の各局部に特有の神経回路網が急速に形成される過程と重なります。個体にとって大切なこの比較的限られた時期を、「脳可塑性の臨界期」と呼び習わします。臨界期可塑性は動物界に広く見られるもので、その現れ方や時期・長さは、脳の働きが多様なのを反映して 問題ごとに様々です。

一例を挙げれば、皆さんご存知のふ化したばかりのアヒルの仔は 水辺に向かう親鳥の後を追います。水鳥の習性となったこの危険回避策が「刷り込み」現象なら、オスの親鳥から「歌」を習う「小鳥のさえずり学習」も同じく臨界期可塑性の現れです。一丁前のオス鳥になってから奏でる種独特の歌には、えさ場確保の為の縄張り表示およびメス鳥への誘い、と云う大切な二点で小鳥としての生存がかかっています。我々人間の場合、言葉の習得も同じ範疇に属します。母国語の場合は気づきにくいですが、外国語の習得と云えばお分かり頂ける、と思います。云ってみれば、「おれは外国語はダメだ．．．」と云うのは、しかるべき年頃に、ちゃんと、つまり「生き死にを掛けて迄」学習しなかったと云うだけ事で、チャンスの問題です。外国語学習で思いだすのは、私の友人の一人デイビッドのことです。日系アメリカ人三世の彼は、大阪の英語学校で非白人の故に給料の上で差別待遇を受けましたが、勿論、外の白人教師と何一つ変わらぬ米語を話します。氏より育ちです。貴方がたの子供さんが初

めて口にした言葉は日本語でしたよね？ 家庭内は日本語でも、もしインドで暮らしていれば、地元の保育園に入って間違いなくヒンズー語を覚えますよ。 アメリカならば、さしずめ、「No」と「Mine」から始まります。つまり、こんな風にして「与えられた環境に即して育っていく、将来の生存をかけて自分の頭、脳の仕組みを作っていく」のです。これは、自然界に極一般的に見られる現象です。

もう一つ極端な例を挙げますと、ヨーロッパの草原に住む野ウサギの母親は、時間がくれば巣に待つ仔ウサギ達の下に駆け戻り そそくさと授乳してから慌てて自分の巣を離れます。 空には鳶や鷹が舞っていますので、一家全滅の機会を減らす術、と考えられています。 勿論、生まれたての仔ウサギの眼は見え、耳もろくに聞こえませんが、何しろ生存がかかってますから、嗅覚・味覚はとても敏感で、母親の乳をいち早く嗅ぎ付けます。 これから頂くご馳走を前にして云うのも変ですが、つまり、誰しも「お袋の味」には勝てない所以です。

最後に、臨床にも関わる大切な点ですが、「短い時間に起る急激な変化」と云えば直にお分かり頂ける様に、臨界期脳可塑性には「乗るか反るか」の危うさがあります。 つまり、可塑性がある事が 必ずしもいい結果に繋がるとは限らないのです。 この点ではリハビリに於ける神経の可塑性の方が意味で組易い、つまり個人個人のレベルで到達目標がはっきりと分かっている、と云うことでしょうか？

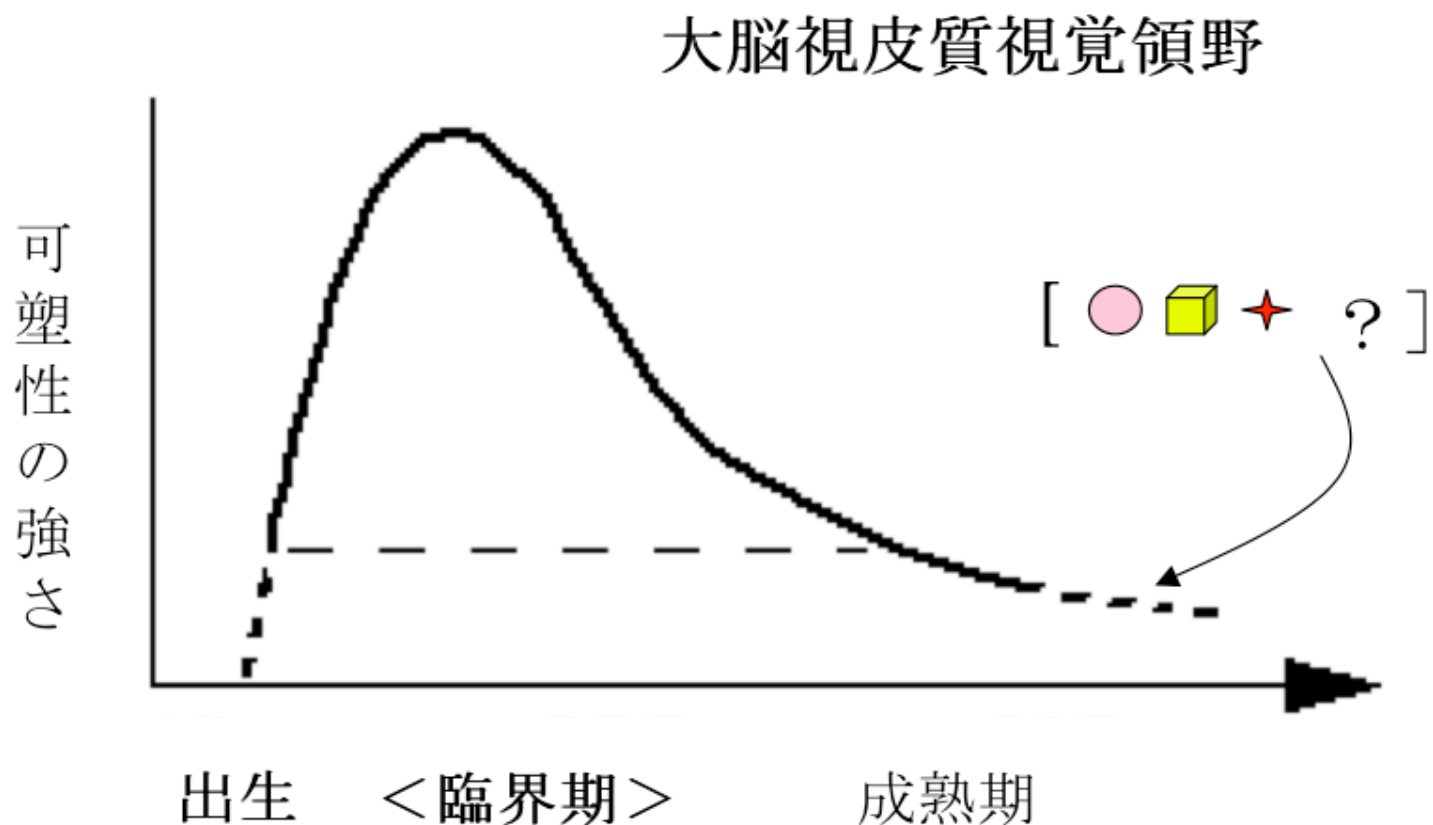
ここであまり一般化して口を滑らすと後で大変な事になりますから、あれこれ多くは申しませんが、家庭内であれ学校であれ、「教育・練習効果」の期待出来るのは、発育期の子供たちの脳に可塑性があるからです。子供の脳は、ピアノ弾きでも野球の選手にでも、何にでも向けられます。それぞれの技倆分野で経験上分かっている適期は違いますが、何れにしろ発育期内に、それぞれの方面で量に於いても質の上でも「適宜な刺激を一定期間与え続ける」事が肝心です。そうでないと、せつかく受け継いだ遺伝子の持っている可能性を大きく下回る働きしか出来ない脳に仕上がってしまいます。その際、一点集中か総花か、と云う選択も必要でしょう。親から子への「生きる術」の伝達は太古から繰り返されていますが、その正否は先ず親の世代の選択に負っています。親が口を開く以前に、子供なりの好みが出始めている点への配慮は、この忙しい現代ではますます必要です。私の話しは何処かで今日の幼児教育のあり方にも繋がっている、と考えるて頂いて結構です。

3.15.4 子供と大人の違い

さてさて、若い脳と比べる形をとれば分かりよいか、と考え「脳を創る」話に時間をとりましたが、これまでの話はすべて枕で、今夜の本題にはいります。つまり「古来稀な 俺たちはどうなの？」についてすこしお話しします。お分かり頂けたように、広い意味で、貴方の脳はもう作り替えられません。ただ、精出して使うことはできます。

神経可塑性の経年変化

S1

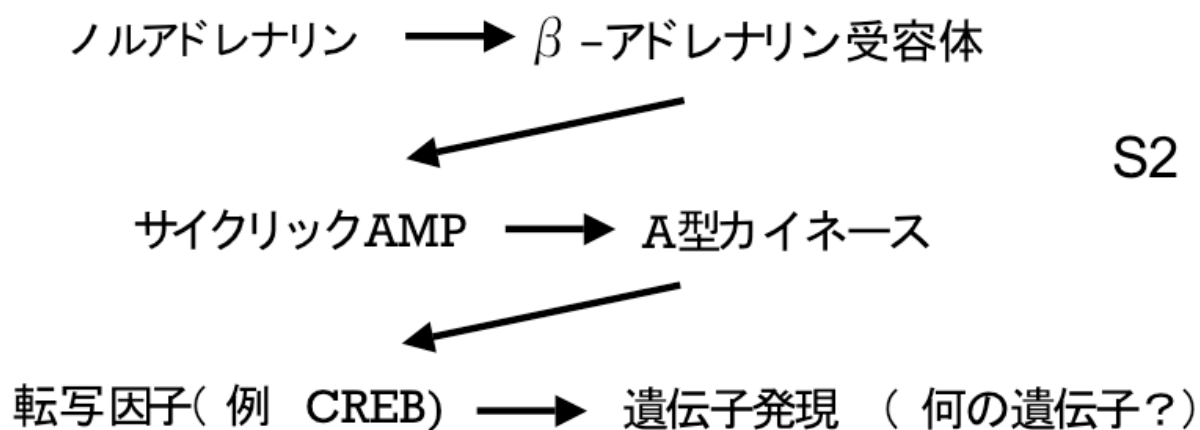


最初のスライド (S1) を見てください。ここでのメッセージは二つ。縦軸は「脳の柔らかさ」とでも云っておきましょうか、先にご紹介した「神経可塑性の強さ」を表します。横軸は時間です。まず、自分たちの盛りは過ぎました。私たちは秋の扇です。もうあのめくるめく夏の日は来ません。が、右端のここをよく見てください - 点線はよく研究されていないと云うだけで、この値は「ゼロ」ではないのです。自分たちの脳はまだ生きています。消されてなるものか、というあたりでしょうか。因に、出だしに神隠しにふれましたが、若い時分には余あるシナプス結合をふんだんに使って情報の重複・並行処理をやっていましたが、個々の

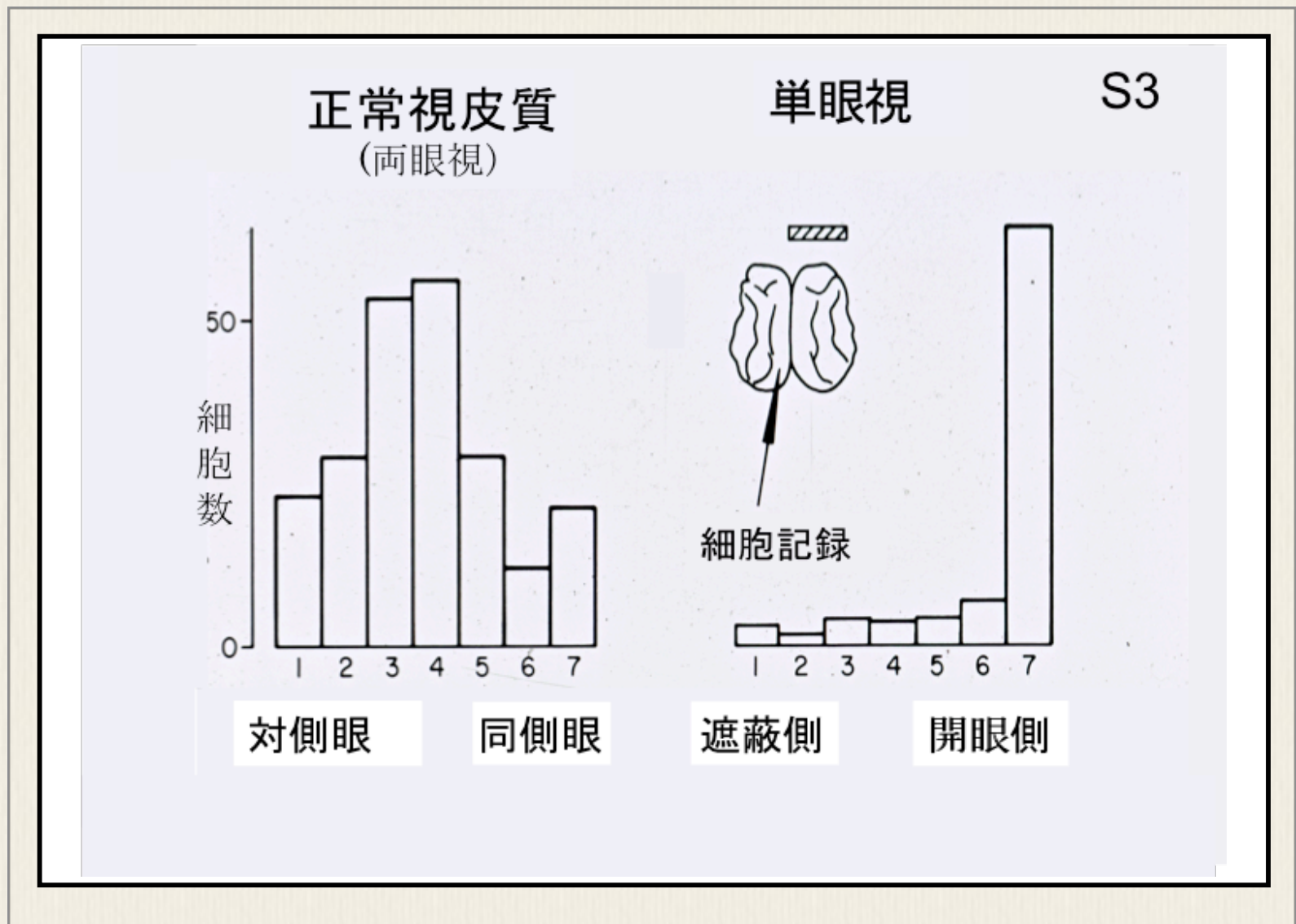
神経細胞が維持する樹状突起が縮小し、それに従って脳全体のシナプス結合の数が減ってきますと、もう無駄づかいができません。情報処理が並行ではなく、一列並びになっています。秋風に揺れる落葉樹の風情です。目の前に現れた面白いものに気を引かれ、目移りばかりすると、もう元に戻りにくい. . . 。と云う辺りでしょうか？これが神隠しの中身です。

両眼性細胞の可塑性とノルアドレナリン系
 - ネコ・モデルで分かっている事 -

動物 薬剤	正常仔ネコ 可塑性あり	非可塑的 仔ネコ視皮質	成ネコ 可塑性なし
6-OHDA 又は Propranolol	ODP ↓		
PKA 抑制剤	ODP ↓		
NA		ODP ↑ (可塑性回復)	ODP ↗ (部分的回復)
AC / PKA 賦活剤		ODP ↑↑↑ (可塑性回復)	ODP ↗ (部分的回復)



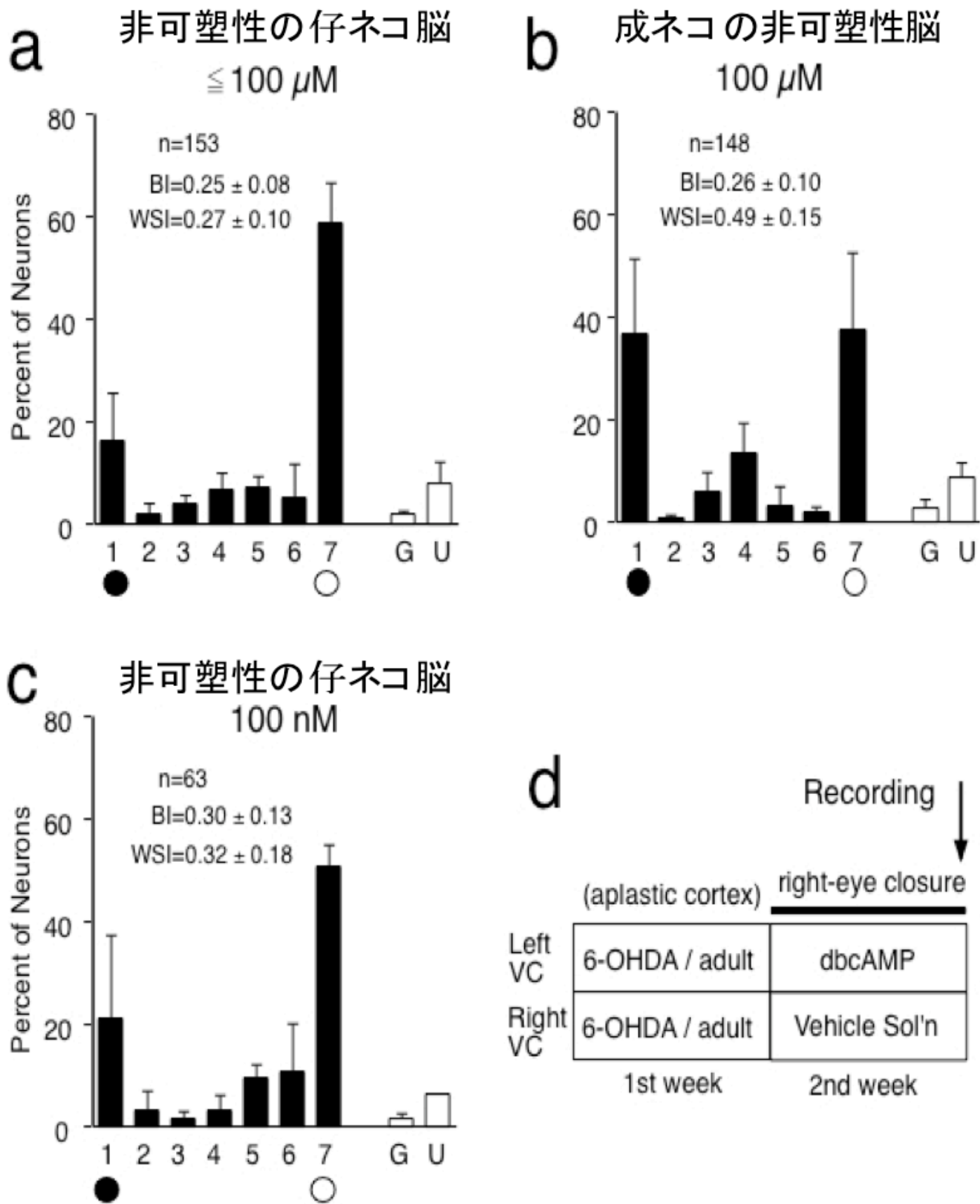
次のスライド (S2) は去年発表した論文の中身を要約した表です。この三本の上向き矢印と一本の斜め上向き矢印の違いが「若い脳と成熟脳」との差を表しています。可塑性の強さは、単眼視させて引き起こす「視皮質内の両眼性細胞の分布の変化」で計ります。普通、仔ネコではこの程度に分布が変わります (S3)。



量の上で比べると、若い脳と成熟脳の柔らかさの違いは、次のスライドで (S4) お見せするように、ざっと1000対1です。ある薬剤で可塑性をなくした仔ネコの脳に、細胞内二次メッセンジャーの一種ですが、100 nM のジブチルcAMPを持続注入して神経可塑性を取り戻します。この100 nMと云う極低い濃度では完全に元に戻る事はありませんが、それでも仔ネコでは有意に可塑性を取り戻します (S4c)。

感受性感度の違い

S4



その際に得られる両眼性細胞の分布の変化は、加齢のため可塑性を失った成熟ネコ (S 4b) に同じ薬剤の $100 \mu\text{M}$ を与えて得た変化の量とほぼ対応する、と云う話です。[実験計画上、これ以上高い濃度の薬剤を使うこ

とはできません。いわば、成熟ネコで最大限の努力をして取り戻した可塑性の量です。] nM対 μ M, つまり成熟脳の可塑性は少なく見ても千分の1です。 アメリカ金融界の引き起こした全世界的な金融崩壊の危機に際して、日本は知りませんが、億万長者の国、米国一国だけでも、米ドルにして700ビリオンと云う数字を飲み込まねばならない我々にとって、この千分の一は如何にも大きな数字に思えるのですが、如何でしょうか？

この研究の基礎となる両眼視機能については ネコもヒトもその基本では一緒ですから、ここでお話しした所見は 人間の脳皮質視覚領野の働きにも当てはまります。 日常生活上の体験に基づいて、脳の働きを調節する機序の感度が大人では 育ち盛りの千分の一になるんです。「千万人といえども吾往かん」にはほど遠いですが、一と千ですから、ここはもう十分に「質的な違い」と云えます。 だが、極めて大切な点ですが、自分たち大人の脳に残っている可塑性が「ゼロでない」ところがみそです。古稀の身ではその有効性はたいしたものではないかも知りませんが、生きている限り、脳の働きは変わり得るのです。 何故なら、はなから、可塑性のない組織など 生き物の世界では創り得ません。 あり得ません。 勿論、歩留まりは悪いですが、大人の脳でも一定の範囲内で役に立つ変化を引き起す事が出来ます。ただ、長い時間がかかるのです。 その間中、出だしの意気込みを持ち続けるかどうか、が実際上の決め手となります。 納得して頂けたでしょうか？

最後に一言、これから先、私たちの前には「痴ほう」と云う大敵が待ち構えています。これに対処するには如何？ 幸い、我々には長年培われた記憶と云う、若造にはない、大きな宝の山が金庫の奥に隠してあります。しかも、好奇心に駆られて日々頭を使っていれば、脳内神経回路の大道はちゃんと保たれていますから、ゲームをやる子供のような過度の目移りさえしなければ、旧い日の記憶と目の前の現実は順序よく相互乗り入れ方式で、自分たちの脳を賦活してくれます。そう願っています。さらに云えば、「お前たちの生まれる前はな . . . 」なんて、乱発すれば嫌われる事必至ですが、胸を張って話に深く突っ込めると云う「過ぎた時間・歴史の強味」さえ身につけています。しかも、若い時分よりはお金もあります。少なくとも、そう云う事になっています。好奇心の維持に金は大いに役立ちます。私たちは本当によく働きました。ですから、「お 国の為」何て云うのは遠い過去の遺物だとしても、孫の為なんて云うのも止めて、是非、ご自分のために使ってください。「脳と体とお金、brain, body & cash, BBC」方式で行きましょうや。これらはすべて使わねば損です。あの世に持ってゆけるものは何一つありません。

チェスワーフ・ミヨーシュ (Czeslaw Milosz) と云うポーランド系アメリカ人が、老境に入ってから こんな詩を書いています。私のつたない日本語訳ですが、ご覧ください (S5)。

+++++

正直な所、私の心境はこの辺りだよ

ウイスキーのグラスを片手に今、例えば、ミネアポリスの空港にいる。

耳はますます他人の会話とは縁遠くなり 眼も弱ってる、でも、好奇心は盛んなんだ。

俺の目がミニスカートからはみ出た脚をとらえる、スラックスの中の、ぴっちりした装いの中の脚。

一人一人に目を移しながら、お尻の次は太腿と覗き込む、ポルノの世界に浮かれつつ。

この助平じじい、お前さん 自分の墓場に行く時よ、野球やその他の若者達の楽しむ所じゃない。

とは云え、俺はこれ迄通りにやるのさ - エロチックな想像の命ずるままにこの世の中の風物を目の前に並べたてる。

俺達がこんな風なのは俺のせいじゃない - 半分は何の味気もない考察で後の半分は興味津々。

この俺がもし天国に召される日があるとすれば、そこでも全て今ここでやっている様じゃなきゃ、唯一つ、にぶくなった感覚や重たい手足は願ひ下げだ。

完璧な眼でもって、俺は若い時の様に、自分に取り込むのだ、人間の身体つきの割合を、瞳の色を、六月の夜明け前のパリの街角を。

全ては とっくに自分の理解の枠をはみ出しており

俺には見えるもの 総てが分からない。

(Czeslaw Milosz An honest description of myself, 9/22/06 @SFC, rev 3/17/08)

+++++

1980年にノーベル文学賞を受賞した この偉大な詩人が亡くなるのはつい4年前の事です、その1年前に米国の科学週刊誌、『サイエンス』に載ったある神経科学関係の論文によれば、老齢のサルの話ですが、ある薬剤を脳内に注入して大脳皮質視覚領内の「抑制機序を選択的に強めれば」、衰えた脳内の神経細胞の働きが若者のそれと変わらぬ程よくなる、との事ですから、神経科学研究の成果が ミラーシュさん旅立ちの手みやげになったかもしれません。

ご清聴ありがとうございました。今夜は皆さんにお目にかかれて、大変うれしいです。また、折をつくって戻ってきます。 その時まで精出し

て、貴方の「脳に身体、それにお金」を使ってください。そして、今度お目にかかる時には、どんな面白い出来事があったのかを、是非、お聞かせください。楽しみにしています。 いいですか、BBC作戦ですぞ。

(2008年10月18日、阪大医学部38会の夕食会での講演原稿に加筆)

研究者の知っておくべき法則いろいろ

3.16.1 マーフィーの法則 (或は、一般的なぐさめ)

一冊の本にもなっているマーフィーの諸法則は人の心理をついたもので、その適応対象は研究者だけとは限らない。例えば、混んできたハイウェイを運転中に車線を変える際にはしばしば、「どうして自分の乗り変えたばかりの車線がいつも遅くなるのか」といらつくのは人の常だ。と分かれば、この法則の適応範囲から抜け出すのが得策と思える。

3.16.2 ウィリアム・ジェームスの法則 (新しい物に出会った際の反応三段階 定理)

貴方が人目をひく一風変わった新発見を発表するとしよう。それに対する学会での評価は、普通、次の三段階の扱いとなる。

- 1) 「何を馬鹿な話し、とても信じられない」
- 2) 「そうかもしれないが . . . 」
- 3) 「何を今更 — ずっと以前からそうだった」

厳密な論考の出来る数式の世界以外では、データの解釈がものを云う。つまり、「誰が何時、何を言うか」が事の正否を判断する際に与える影響は計り知れない程大きい。とすれば、同じ事を言い続けるのが良

い。途中で話しの風向きを変えてはいけない。風見鳥になったら、ただでさえ信用の確立していない駆け出しの貴方の将来が危ぶまれる。

3.16.3 他人の記憶は短かい

貴方の新発見が学会で驚きを持って迎えられたとしよう。その「びっくり効果」は長く持たない、せいぜい1、2年程度だ。命短し恋せよ乙女。毎年新しいデータを出し続けるべし。

3.16.4 若者のプロジェクトは複数

競争の世界では、一頭の馬に有り金のすべてを賭けるバカはいない。とくに出だしでは複数個のアイデア・研究プロジェクトが不可欠だ。「石橋を叩いては渡れない」（西堀栄三郎）ように、「二兎を追うべし」

3.16.5 失敗をするべし、しかも出来るだけ早く、あるいは若いうちに

失敗をするべし?? カール・ポッパー (Karl Popper)の考えによれば、科学の特性は「falsifiability」を含むからだ。失敗は誤り・非真実を取り除くのに役立つ手段。頭が固くなってからの誤りは高価につく - 過去にしばられて発想の転換 (paradigm shift, Thomas S. Kuhn) が出来ないからだ。

3.16.6 アクトン卿の原則 (ヒトの振舞についての絶対的公理)

“Power tends to corrupt, and absolute power corrupts absolutely.”

(John Dalberg-Acton, In: Letter to Bishop Mandell Creighton, 1887)

私は現役の研究者であった時も引退してからも、人並みに、世の中の出来事一般に関心を持っている方だが、日常生活を通して、このアクトン卿の一言に勝る言葉を知らない。研究者をもその対象とする所が、ヒトの振舞についての絶対的公理である所以だ。

3.16.7 非統計的真実 (出典不明)

“The devil is in the detail(s)”

実験データを論文の形にまとめる段になると、この意味が痛い程よく分かる。この箴言は“God is in the detail”からでた、と云う説がある。

統計的検定の意味 — 視皮質両眼性細胞の サンプリング

DNAの一次構造の上では、ヒトとチンパンジーとの間に95パーセントの塩基配列上の相同があると云う。ヒトとチンパンジーとの違いを論じるにはDNAの一次構造が見当はずれ、と云うだけで、統計的検定が無意味と云うのではない。統計的検定を抜きにしては科学が成り立たない。しかし、計測値に統計的検定を施したからと云って、科学としての充分条件を満たす事にはならない。

脳可塑性研究の一分野である視皮質両眼性細胞の可塑性研究では、これまで主に仔ネコの大脳皮質一次視覚野から記録した神経細胞の両眼性特性を調べる事からはじまった。色んな飼育・実験条件の下に、個々の動物の飼育条件（視体験）と対応して記録した細胞集団の両眼性特性が変化する。或は、その期待する変化が、視皮質内に注入する特定の薬剤の為に妨げられる。別の薬剤では増強した。何れにしても、一個体の視皮質内に発現している可塑性の量を示す指標として使うのは、せいぜい30個の細胞を集めて造った眼優位分布ヒストグラムで、可塑性の強弱・増減はヒストグラムの形に見られる変化とそれを数量化して得られる係数の大小で評価する。

例えば、ヒトでは大脳皮質一次視覚野の中に2億個以上の神経細胞があると云う。では、何故30個の細胞でものが云えるのか？ 以前にある

総説の考察で論じた事だが、微細電極で一つ一つのニューロン活動を記録しその特性を調べる際、個々の実験者の体力や研究室の持つ研究費全体との関係で、眼優位分布ヒストグラム一つ作る為に、一桁多い300個の細胞を集める事は出来ない。因に30個の細胞を記録するのは、脳の手術から始まり、順調に事が運び細胞一個の同定に15分間はかかるとして、私達には深夜に及ぶ仕事であった。実験室に泊まり込む事も度々であった。統計検定を前提とすれば、母集団2億に対して、サンプル集団300も100も違いがない。いわゆる、五十歩百歩だ。100個のサンプルで云える事は同じ理由で30個で云える。ただし、t検定ではサンプル数が10を割るのを避けるのが良い。

オッシロスコープの画面を眺め、微細電極の音声モニターから流れる雑音を聞きながら電極を数ミクロン単位で進めているのは、気分としては、まるで黒潮に乗っかってかつおの群れを追う一本釣りの漁師だ。ただ、漁師より研究者の方が少し分が良い。我々には自分の電極の先端が今、視皮質内の何処にあるかの見当がついている。と云う事は、先人達の蓄えた知識に基づき、どんな細胞群を相手にしているのかがおおよそ分かっているのだ。年季のはいった漁師たちもそうであろう。問題は、一本釣りの漁師ならたくさん大きな奴が釣れば満足だが、研究者は満足してはいけない。まず第一に、研究者には非主観的なサンプリングが求められる。私たちは、たった30個のサンプルで2億個の細胞の振舞を代言させようとするのだから、経済効果を優先して大きい細胞、つまり記録しやすい奴ばかりを相手にするのは許されない。あるいは、逆に、「記録しやすい」を1つの特性と考えて、同じ特性を持った細胞集団についての記載と

云う形をとる事も出来る。大事な点は、そんな集団は視皮質全体を代表出来ない。研究者が忘れがちなことの一つだ。

視皮質の組織切片を造り、染色した後顕微鏡で覗くと、皮質表面から深層の線維群からなる白質までのほぼ1ミリメートル半の灰白質には、それと分かる柱状の細胞群が所狭しと詰まっている。灰白質の仕様は組織学上、厚さの異なる6層に区別される。この6層からなる柱構造の最上部、第1層(0.1ミリメートル幅)はその下部に細胞がまばらにあるだけだ。次の2・3層は中型の細胞群がしめ、中程、第4層には比較的小さい細胞群が陣取っている。深くなって第5層の下部には極端に大型の細胞が細い帯状に散らばっている。最後の第6層には紡錘上の比較的小ぶりの細胞群が白質までつながっている。誰が始めたのかは定かではないが、神経生理学の分野では、殊に視皮質可塑性研究では、ある頃から「100ミクロン毎に細胞一個」記録するのが良い、と云う事になった。私たちもこれに従った。むしろ、このサンプリング方式をよしとして、これを堅持した。視野の中心部を投影する辺りで脳表面に微細電極を突き立てる。その際、微細電極にある傾きをもたすと、電極は左右両眼それぞれの入力優位帯を交互に横切りつつ、初めの1.5ミリメートル余を全体としては斜めに進み、白質の頭部をかすめて再び灰白質にもどってゆく。その後、6層の細胞群を今度はゆっくりと逆にたどり、上層部に向かう。この間、電極が皮質の深部に向かうにつれて、記録する細胞の持つ光受容野は順次、視野の中心部から周辺部に移動する。こんな経過を観察しながら、3.0ミリメートル余の全行程の間に30個の細胞を記録する、と云う趣向だ。上記の様な、「型にはまった細胞記録方式」を守るには、それなりの

苦労がある。ほぼ100ミクロン毎にそれなりの大きさの単一細胞スパイク放電に出会い、それが一定の時間持続して、無事にプロトコール通りに細胞特性を調べ終わればしめたものだ。その間、まるで、祈る様な気持ちだ。

サンプリング方式の違いの意味する所は大きい。計測値に統計的検定を施すには、サンプル（標本）の「無作為抽出」が前提となる。我々の実験ではこの大前提が実は成り立たない。実験者が視皮質の機能構造を知りすぎているのだ。純粹な意味での無作為抽出が不可能とあれば、どうするか。出来る限り恣意的選択を許す様なサンプリングを避ける事だ。その一つは、上記の様に、型にはまった細胞記録方式をとって、出会った細胞の一つ一つときっちり付合う事だ。これはひどく手間のかかるやり方だが、一つの考えだ。この対極には、記録しやすい細胞だけを手早く相手とするやり方がある。これでは、当然サンプリングの間隔が伸びがちなので、「3.0ミリメートル余の全行程の間に30個の細胞を記録する」ことは難しく、2本目、3本目の電極挿入が必要となる。視皮質内の特定部位に一定濃度の薬剤を常時注入して薬剤効果の濃度勾配を作る実験操作では、後者のサンプリング方式はデータばらつきの原因となりかねない。事の当否は当事者の一人である私があげつらうべきではあるまい。ただ一つ、この30年来分かっている事は、笠松研究室から発表するデータに含まれる眼優位分布ヒストグラムは、外の研究室からのものに比べて、単眼性細胞の割合が高い事である。両眼性細胞の割合の大小で視皮質細胞の可塑性の増減を計る者にとって、細胞サンプリング時の偏向の違いから来る

単眼性細胞の割合のちがいは簡単には無視できない，と思うが如何であるか？

いずれにしても、データ解釈の正否はそれぞれの実験に基づいて行われるべきだ。その際に必要な判断の論理は、研究者毎に、あるいは研究室毎に違う訳には行かない。元来、「リンゴとオレンジの比較」は、意味のない対比の例えに挙げられる。分野全体として合意する判断基準などは、あるはずもないが、云いっぱなしや悪貨が良貨を駆逐する様だけは避けたい。科学は多数決では決まらない。決めてはいけない。

脳研究方法論いろいろ

3.18.1 哲学者の言い分

神経科学者がどうしても避けて通れない話題がある。「心と脳・身体」の問題だ。まず、一元論でゆくのか、それとも二元論をとるか。後者とすれば、何処まで唯物論で押して行くのか？神経科学研究の先達、ジョン・エックレス (trialist interactionism) やロジャー・シュペリ (mentalistic materialism) は晩年この問題について本を書き、それぞれの考えを述べている。彼らは二元論者ではない。神経科学と哲学とのせめぎ合いの場面で、パトリシア・チャーチランドの考えが話題となった事がある。基本的には唯物論・物質主義に立つ彼女は Eliminative materialism を唱える一派に属している。主な論点は、心について人々が一般的に理解している事は誤りで、ほとんどの人が分かったつもりになっているある種の精神状態は実在する物ではない、と云う。彼女の思考仮説は「心即脳」だ。DNA構造モデルの提唱で知られるフランシス・クリックは強い決定論的唯物論を展開しているが、彼の立場は検証不能を云う一点で、科学研究の対象とはならない「信念の体系」と云うベン・レビットの批判から逃れていない。ジョン・サールは「中国語部屋」とよぶ思考実験を展開して、「コンピューター・プログラムが心そのもの」と云う「強いAI」の立場を批判した。強いAI論者は極端な一元論に立っている。人工プログラムはどれほど高度化しても、意味論とは無関係の記号論理の中で作動し、意図を持つ心とは無縁

の物、とジョン・サールは論じる。もう一人あげれば、神経学者のアントニオ・R・ダマシオは『生存する脳（原題デカルトの間違い：情感、理性とヒトの脳）』と題するベストセラー本を書いた(2005年)。ダマシオは人の情動が行動を支えると云う立場から、明快な二元論をとり心を身体から引き離したR・デカルトの大きな誤りを指摘する。その通りだ、と思う。

天文学や物理学の新しい成果が17世紀半ばの人間を神から解き放そうとしていた。まず、デカルトは己の思考を自らの実存の証とした(『吾思う、故に吾あり』)。その上で、不確かな感覚・知覚に頼る判断を捨て、理性的な思考に基づく演繹法のみが正しい知識をもたらす、とした。しかし、彼は考える自分つまり心の働きで外界を判断する自分の外に、完璧に物理法則に従う物質界のある事を認める。敬虔なカトリック教徒のデカルトは、全能の創造主が創ったものは、例え不確かな知覚に基づくものでも、その存在を否定できない。そこで、自己の心の外にある物質界を心と並ぶ実体として受け入れる。デカルトの二元論は神との妥協産物であった、と思うがどうか？

デカルト流の二元論は既に17世紀の間から、次世代のB・パスカルやB・スピノザによって批判された。パスカルは『もし神が存在しないとすれば、人は神を信じぬ事で何も失わないが、もし存在すれば、信じない事で全てを失う』(パスカルの賭け)と論じて、神を宇宙秩序の中心に据えた。その立場からデカルト流理性の矮小さを指摘する。

キリスト教・ユダヤ教の唯一絶対神を否定したスピノザには、知覚が脳の精神物理学的働きに因って成り立っており、単に受動的に外界を映すものではないことが分かっていた。その立場からデカルトの認識論を批判する。17世紀半ば、国際交易都市アムステルダムで育ち、唯一絶対神の占有する調和安定あるいは束縛から解かれると、ヒトの心にも動きや変化が可能となるようだ。デカルトやパスカルによって確立した「考える自分」は、このスピノザの徹底した理性主義に開花した。複雑化したヒト脳にして初めて無から有（例えば、目の前にある物体の色）を作り出す事が可能となった如くに、ヒトは外界刺激に基づく受動的知覚像の先に、個人のおかれた全体状況（脳および身体を含む）を反映する能動的な認識論に基づく一元的世界観を創りだした。2世紀余後の進化論の助けなしに考え抜かれたスピノザの結論だ。その一元的汎神論の故に23歳の若さで、それまで帰属していたアムステルダムのユダヤ人組織から追放されたスピノザにとって、全能の神が不完全なものを創ったとは思ってもよらぬ事だ。となれば、全ての存在の根源である「神即自然」は唯一の現実で、自己創成系と被創造物の構造と云う二つの様相を持っている事になる。ここに、思考・心と物質界とは一つの実体の二面としてとらえられる。我々の言葉で云えば、前者は後者由来の創発事象だ。

私をも含めて、大方の神経科学徒は、一元論にたった上で、心を物質的存在である脳の作る産物あるいは特性と考えている。精神医学の臨床で一世を風靡した前頭葉切除術が創った情動欠如人間の事からしても、その中身が如何に主観的であっても、前頭葉活動に支えられた情動がヒトの本質につながるものであるかは明らかだ。心が前頭葉を中心とした脳の

働きによって支えられている事を認めた上で論議しよう。外からのエネルギー獲得、つまり、食物摂取なくしては生きられない生物はすべて唯物論・物質主義をとらざるを得ない。霞みを食っては、生殖はおろか、一個人が生きて行けない。唯物論的一元論に立つ場合、一番の問題は心の本質或は主観・内省・内観が象徴する、「実体はないが実在する」脳の働きだ。これは、生物界での、いわゆる創発 (Emergence)の極みだ。適応性が生物進化を押し進める担ぎ手とすれば、進化の極に至って初めて、動物たるヒトの行動を司どる司令塔の脳内で、ヒトはまず記憶時間を飛躍的に増大し、やがて時空間軸上の制限を抜け出し、神のみに認められる主観的一元論を体現する事になる。こうして、外の動物と同じく、これまで感覚系を研ぎすます事で生き延びて来たヒトは新しい生きる為の手だてである脳内の上意下達 (トップ・ダウン) 機序を獲得した。この機序の頂点に心がある。心がヒトの行動をきめる。吉本内観 (療) 法が役立つ理由もここにある。なお、心をどう捕らえるか、その定義および研究法、については、

3.3.2 還元主義と統合主義の中でふれた。

3.18.2 進化論

カナダのオタワ市の自然博物館にステノサウラスがいる、と云う話しを読んだ。外の大型恐竜が絶滅する白亜紀末頃に現れたステノサウラスは、ヒト程の背丈で、二本足で歩き・走ったらしい。恐竜を熱愛するある研究家が「もしステノサウラスが死に絶えなかった」と仮定して、この6千5百

万年間にどんな進化をしたのか思いを巡らせた。その結果が、前額面に水平に並んだ一对の眼を持ち、二本足で立っているステノサウラスの姿となった。顔つきからしてヒトを思わせるが、は虫類であるから、勿論、乳頭も臍もない。また、手指の間には水かき様の膜がある。残念だが、オタワ市の自然博物館に出かけても、証拠の有る無しを問う以前に、そこでたった一頭で立ちすくんでいるステノサウラスと心の対話ができる可能性は少ない。つまり、動物進化のある段階以降になって初めて心が姿を現した、と考えられるからだ。

ニホンザルを含むマカク類に発明の才（例えば、有名な高崎山サルの「いもの水洗い」は外のグループにも伝搬する新しい文化を創った）はあるが、サルにも心があると云う強い議論は聞かない。しかし、類人猿になると、我々が心の働きと理解する外には解釈の出来ない行動がアフリカ森林での野外観察で記録されている。[ここ迄書いてから、グーグル検索でウェブサイト上の情報をさがすと、藤本一美の「山岳情報資料室だより」を見つけた。千葉県富津市の高宕山自然動物園に生息する餌付けしたニホンザル約140頭の集団を2年間半の観察した上でのサル生態・行動報告が写真入りで掲載されている。頁の終わり方に、管理人の話しとして「2007年は12頭生まれ、うち5頭は死産。母ザルは死産の赤子を1週間ほど持ち歩いていた」と云う記載がある。これは大変な話だ。] 死んだ我が子を連れ回す母親の行動を心の表象と解釈する限り、心の働きはチンパンジーはもとよりマカク猿も持ち合わせる可能性がある。勿論、別の解釈もある。この特殊な例では、オキシトシン、神経ホルモンの一種、が問題の特異的行動を引き起こした、と云う解釈にたてば、死んだ我が子に強

い執着を持ち続ける母サルの行為を直ちに心の表れと云うのは、解釈のし過ぎかもしれない。神経科学分野では、よく知られた動物モデルの北米草原プレーリー・モルモットを使って、現にオキシトシンは人間関係認識、仲間意識、不安、信頼、愛情などと並んで母親に特有の行動との関係で研究されている。心の全体像をつかんではいない今研究者に必要なのは、心を説明の手段とするのではなく、話しの順を逆にして「母親の脳内オキシトシンが一義的に我が子への執着を引き起こす」とする作業仮説ではなかろうか？

ネアンデルタール人の場合には、居住区跡に死者の丁重な埋葬を示唆する花粉と云う物的証拠の発見をもって、彼らにも我らホモサピエンス同様の心の働きがあった、と解釈している。喜怒哀楽を基本として、ヒトの感情の多様な有り様を表す言葉はたくさんある。心の働きを表す名詞、例えば、哀悼にスルを付けると動詞、「哀悼する」ができて、ヒトの死を悲しむ行為、心の動く様、が見えてくる。哀悼の情はその非日常性の故に、長い記憶を持つヒトの特性にふさわしい。[ホモサピエンス] [ネアンデルタール] [ゴリラ・チンパンジー] [マカク猿] と進化の歴史を遡って行くと、小型恐竜にいたる手前のどこかでプラス・サインがマイナス・サインに置き換わるらしい。詳細は見えなくても、言葉同様に、「脳の進化のある段階で心が生まれた」と考えると論理の筋道が成り立つ。事実、ネアンデルタール人に見つかったFOXP2 (話すと云う行為に関係する遺伝子)には、現代ヒトと同様の突然変異を伴っている、との報告がある。

3.18.3 心理学・精神物理学の立場

事の初めから、不幸にも日本では神経科学と心理学・精神物理学は別世界であるらしい。今はどうであろうか？ 自分がSK研究所に移って以来の10年の間に、視覚研究分野の精神物理学徒が如何に上手に神経生理学上の成果を取り入れて、自分達の分野の研究を押し進めているか、を直接に見聞した。同じ頃、デスクトップ・コンピューターが研究室に現れた。初めはワープロとして。すぐに、上手くプログラムさえ作れば、これ迄の様に複雑な光学機器を組み合わせる必要もなく、比較的簡単に、つまり、安上がりに思いのままに動く実験用の刺激用図形が作れる時代になった。SK研究所では沢山のロシア人数学者がプログラマーとして働き始め、英会話を身につけた彼らは2、3年の内に次々とシリコン・ヴァレーの企業に引き抜かれていった。80,90年代に入って、ヒトの視覚系を追う精神物理学と単一細胞放電を記録する神経生理学とが、研究テーマの上でもその手技の点でも、非常に近いものになった。遺伝子操作の分子生物学や機能的磁気共鳴法 (fMRI) の代表する画像分析が脳研究の主役の座を狙い出す以前の話だ。

精神物理学徒は、一体、ブラック・ボックスの存在を認めるのか？ 彼らにこんな論議を吹っかけたことはないから、その分野の人たちがどう思っているか、本心は知らない。神経生理学と同じく、確かに、その論理

には目の前の出来事を説明する力がある。がしかし、例えば、視覚精神物理学では「吾見る故に吾あり」優位の世界、つまり、ホムンクルス(矮小賢人)の指図するトップ・ダウン型優位の判断に傾いているように思えるが、どうであろうか？ まず第一に、視覚系の研究では注視の出来ない条件下では精神物理学の実験が成り立たない。つまり、特殊な条件下に脳の働きを調べる事になる。同じく二者選一テストでも、例えば、ヒト相手の対象物有無の感知実験とT字型試験管内のショウジョウバエの行動の意味する所はかなり違う。後者では特定の行動が選ばれた理由を脳内物質の動きのレベルで攻める事が出来るが、前者ではかなり難しい。更に云えば、外界刺激に対する感覚器官ひいては脳の反応を、ヒトの感覚器官・脳の働きそのものを使って計測するのだが、この際、刺激を受け取る脳、それを評価する脳、そして行動で反応を示す脳はそれぞれ別ものなのか、それとも同じか？ 同じ脳だが、特定の時点で現に信号が走っている回路が違う、と通常は云われるが。 . . .

所で、図書館内の蔵書全てを網羅するカタログ(目録)には、そのカタログそのものが含まれるのか否か？ 「蔵書全てを網羅する」と云う言葉の通常定義に従えば含まれるべきだが、反面、「カタログ」の定義にしたがえば含まれるべきでない。でなければ、全体が一部となる矛盾が存在する事になる。カタログも本であるから、まずここは包括的に考え「カタログをカタログのなかに含めた」上で、なおかつ、論理撞着をさける道はあるのか？ 本来、脳の働きには主体と客体との峻別がなく(つまり、トップ・ダウン支配の脳出力と感覚器からの入力との連鎖が強い - その極みは悟り?)、両者は連続する実体である為、時には、判定不能状態

に陥る局面にであう事を受け入れるのも一つのやり方だ。とすれば、「脳の働きで脳の働きの結果を測る」精神物理学的検索では、内省・内観と同様に、科学研究が客観的判断の一番心強い助っ人とする「独立事象に基づく物的証拠」は求めえないのか？

3.18.4 2人の認識論研究者

1971年から20年間近くSK研究所の視覚研究グループをリードしたケン・ナカヤマが、ハーバード大学心理学部に移って20年になるが、彼の最近の興味は、顔認識欠如症（Prosopagnosia 或はface blindness）である。脳内の約半分は視覚情報の解析に関与すると云われる。彼はこれまで多様な視覚系の働きを概念上区別できるものに振り分け、それぞれにより深く関係する脳内領域・情報伝達経路の働きを解析して来た。ナカヤマの名前を広めた視覚運動感覚研究に続く、顔認識もその流れに乗っている。60年代の後半に、いわゆる「おばあさん細胞」（J.Lettvin, J Konorski）の存在が唱えられた。その考えは、当時、識者の嘲笑の対象となった。今日では、下部側頭葉に特殊な図形刺激にのみ選択的に反応する細胞集団のある事を、誰も疑わない。一つの研究分野にさえなっている。顔認識欠如がある個人の脳損傷に伴う病状としてとらえられるのは勿論だが、ナカヤマが目指す様に、同様の認識欠如を持つ人たちの家系を追えば、連携分析法をつかい染色体上の変異部位を見つける事も夢ではない。特殊な病気

の追求から、或は、動物なら意図的に変異体を造り、一般性を引き出すのは医学・生物学研究の常套手段だ。

V・S・ラマチャンドランはケンブリッジ大学トリニティー校でPhDをとって直ぐ、カリテックに姿を現し、生物学部でペティグリュウ研究室のポストドックになった。その後、彼はカリフォルニア大学サン・デイエゴ校で教職にき、視覚精神物理学の研究を始めた。毎年春の全米視覚眼科関連学会で錯視覚をテーマに面白い発表を重ねて聴衆を沸かせた。汎用性を持つ簡単な思いつきで人をあっと云わせるのは、パソコン時代の精神物理学ならではの事だ。出始めに医学の勉強をしたラマチャンドランの本領は、今日、行動神経学（behavioral neurology）と呼ばれる医学分野で開花した。手足の切断後に続くいわゆる幻肢痛（phantom limb）の患者を相手にその痛みの原因を調べた。ラマチャンドランが考案した切断四肢幻痛の鏡療法は、単に神経科学上の成果に留まらず、現に、アフガニスタン・イラク戦争で手足を失い幻肢痛に悩む兵士達の治療に効果を発揮している。彼の著書『脳のなかの幽霊』（角川21世紀叢書）の評価は高い。「神経科学のマルコ・ポーロ」と云う称号を貰った（Richard Dawkins）。ニューズウィーク雑誌は彼を「世紀クラブ会員」に加え、21世紀に見守るべき人物百人の一人に数えた。

精神物理学研究では直接にヒトを対象にするから、動物モデルはいらない。同じく目の前の出来事を説明する力のある神経生理学が、しばしば、モデルに頼るのとは対照的だ。ここに挙げた2人の精神物理学研究者

に共通の出発点がある。それは臨床例への興味であり、一見思いつきを楽しんでいる様に見える神経科学の基礎的研究が、その根底ではいつも「科学としての意味付け、つまり、役立つこと」を求めている、と思われる。

3.18.5 神経生理学の昨今

日本の脳研究は、第二次世界大戦を挟んだある時代に、幾つかの研究室の孤立した(住み分け?)成果として発展した、と聞いている：感覚生理学の分野では、視覚の心理・精神物理学(東北大の本川弘一)、網膜生理学(慶応大の富田恒男)、聴覚系生理学(医科歯科大の勝木保次)、嗅覚・味覚の生理学(群馬大の高木貞敬)、それに運動系生理学では東京大学(時実利彦、伊藤正男)と云う様に。それぞれの研究室内の伝統の中で、次世代を率いる若い研究者が育った。

太平洋の向こう側で、米国神経科学協会が数年に亘る準備期間を経て、第一回目の神経科学協会年次学会をワシントン特別区で開いたのは1971年10月のことだ。手許にあるプログラム兼抄録集は191頁の小型本だが、40年後の我々がうなづく様なテーマが既に盛り込まれている。28分科会のテーマを挙げると：

1. Sensation and Perception: Psychophysical Measurements and Brain Mechanisms

2. Macromolecular Mechanisms
3. Critical Periods in CNS Development
4. Non-Cortical Visual Mechanisms
5. Metabolism
6. Molecular modification and Memory
7. Hypothalamic Functions
8. Neural Nets and Models
9. EEG and Behavior
10. Coding in Sensory Systems
11. Drugs and Neural Function
12. Problems of Pattern Recognition
13. Morphology and Ultrastructure: Demonstration and Discussion Lounge
14. Education in the Neurosciences
15. Order and Disorder in Movement
16. Synaptic Transmission
17. Mammalian Geniculo-striate Mechanisms
18. Biogenic Amines
19. Memory and Motivation
20. Cellular Mechanisms
21. Sleep
22. Motor Control
23. Receptor and Synaptic Processes
24. EEG
25. Behavior

26. Nerve Nets
27. Information Processing and Storage
28. Brain, Consciousness, and the Control of Behavior

幾つかの分科会では一般口演に先立って招待講演があったが、その抄録はない。一般口演269題の中には私の発表もあるが、誰の発表にしる歴史の一頁としての興味はあっても、これらの口演内容が現在に至るまで引用される代物とは思えない。が、その後、この年次学会の熱気は面々と受け継がれ、又、世界各地で同じ趣旨の神経科学協会が生まれた事を思い起こせば、神経科学を一つの独立した研究分野として確立する役目を果たした先駆けの意味合いは大きい。

上記の分科会テーマの表からも分かる様に、どちらかと云えばテーマを絞り込む各種の専門学会とは異なり、神経科学協会は総括を目指す。扱う研究テーマは広範で、方法論に於いても多様性に富み、各研究者には必然的に幾つかの手技の組み合わせ (multidisciplinary) が求められる。目の前におこる多様な出来事を説明する力のある神経生理学は、その本質に置いて、ボトム・アップ型の方法論だ、と思われる。生化学の様に、細胞をすり潰して細胞内に含まれる物質のうち欲しい物だけを取り出す訳ではないから、例え単一細胞の振舞を相手にしているといっても、つねに全体を構成する外の成分・要因とのつながりを忘れる事はない。統合的である。長年にわたって、脳生理学が神経科学研究の要となったのもうなずける。その未来と云えば、脳生理学の方法論が新しい手技を取り入れて計測の

感度を上げる事にかかっている。パッチ・クランプ法はその走りであった。

ロドプシン分子は色んな動物で網膜光受容体細胞を構成する高分子色素で、光のエネルギーをとらえる働きで知られている。その近縁のチャンネル・ロドプシンと云う恐ろしい分子が緑藻で発見された。単細胞生物の緑藻では向光反応を司るこのタンパク質は、外の生物細胞に発現させると、光刺激に反応して直接的にイオン・チャンネルを開き、 H^+ , Na^+ , K^+ , および Ca^{2+} などの陽イオンの細胞内流入による急激な脱分極をひき起こす非特異的イオン・チャンネルである。既に膜電位特性の違う3種類が見つかっている。2型チャンネル・ロドプシン (ChR2) のC末端に色んな蛍光タンパク質をくっつけて、一般に「デザイナー・チャンネルロドプシン」と呼ばれる一群の特注融合分子がつくられた。神経科学研究の広い分野で、既に、その応用が始まっている。陽イオン・チャンネルのChR2に対して、ハロロドプシンは陰イオン (Cl^-) ・チャンネルである。この2種類のチャンネル・ロドプシンを発現する神経細胞を使えば、緑光刺激ではChR2を、黄色光刺激ではハロロドプシンをそれぞれ賦活する事で、細胞の興奮あるいは抑制を自由に制御することができる。単一細胞相手ばかりではなく、例えば、強い緑光刺激を使えば、ChR2発現の変種マウスの行動を制御できる、と云う。光刺激で直接賦活した軸索やシナプスを同定することや、単一シナプスでの神経可塑性誘導時の要因分子の動きを詳細に調べた仕事もある。先に、「恐ろしい」といったのは、この新しい実験手技が持つすごい可能性を指しての事だ。脳生理学の将来は明るい。

3.18.6 分子生物学の登場 – マウス・モデル

遺伝子操作を駆使する分子生物学の台頭は神経科学の世界を大きく変えた。例えば、生物にとっては根源的な、行動・生存手段である記憶の研究は、古くからの問題のひとつである。これ迄たくさんの心理学徒がヒトを使って実験を繰り返し、記憶をいくつかの過程(記入、保持、呼び出しなど)に分解して、各過程の特徴を抽出し、更に細分類し、或は各過程間の関係を明らかにして、それぞれを独立した概念とした。その成果の上に立ち、マウス・モデルを使った記憶研究は今では分子生物学徒の独断場だ。マサチューセッツ工科大学のトネガワ教授らは、狙いを定めた細胞内物質のダブル・ノックアウト或はノックイン法で新しい変種マウスを創り、記憶機序の内の特定過程の解析を押し進めている。

マウス・モデルが好まれるのは何故か？ まず、飼育が簡単だ。その上、比較的経費が低い。それに、なんと云っても、温血動物で哺乳類だ。この点で外の動物モデル(例えば、ショウジョウバエ、ミミズや魚)よりは、ヒトに近いからデータ援用に際して安心感がある。記憶研究では、記憶がなければ出来ないと想定する行動を時空間軸上で測り、変種マウス脳が持つ記憶の強さと対応して解釈する。しかし、一見明快なデータの解釈にはいつも用心が必要だ。例えば、通常使われる「モリスの水迷路テスト」であれば、測った行動が被検動物のマウスにはかなりのストレス

の下での行動である点を見逃すは出来ない。テストそのものが記憶とは別の次元で（例えば、青斑核細胞）脳内に強い変化を引き起こしているに違いない。ストレスが強ければ、逆に、神経修飾作用を持つノルアドレナリン系を介して、強い情動反応を引き起こすがために学習効果が高まる、と考えるのが本道であろう。この解釈を支持する報告は、いわゆる、有名雑誌上にも散見する。

学習・記憶行動分野で見られる様に、遺伝・分子生物学先導のマウス・モデル全盛は昨今の神経科学がとるべき道の一つを示している。が、若い研究者が「視覚研究はマウス・モデルに限る」と声高に叫ぶのを耳にすると、流行の持つ恐ろしさへの危惧は高まるばかりだ。これまで生物学は変わった動物の特殊な生き様・生態を細かく解析してきた。そこで得た成果を用心深く外の種にも当てはめて、そこからヒトにも使える一般法則を引き出した。「変種株マウスは特殊な動物で、その視覚行動は特殊な生き様だ」と云うのであれば、まず、その生態を細かく記載する努力が必要だ。その努力なしに、いきなり変種株マウスの行動データをかざして、ヒトにも当てはまる(と期待する)視覚行動を説明するのは、一種の類語反復 (tautology) ではあっても、本当の説明にはならない。進化論によれば、生化学上は同じ分子群を共有していても、種の異なる動物達はそれぞれの生き様に対応して、違う臓器構造（脳なら神経回路と云うべきか）を創り、特異な機能を獲得して、生き延びて来た。〔勿論、異なる構造が同じ働きを支えている例もある：高等ほ乳類の両眼視機能は、前額面に一対の眼を持つ事と相まって、網膜神経節細胞の軸索が視交叉で完全交差するのではなく、同側を上向する投射線維を持つ事で初めて両眼からの入力か

同じ視皮質細胞に届く仕掛けをつくり出した事による。フクロウの視神経は完全交差しているが、中脳の中継核細胞の軸索が再度反対側に及ぶ上向投射系をつくり、ネコ・サル同様の両眼視機能を許されている。] 神経回路の様子が違えば、当然、個体として得意とする行動原理が違う。遺伝子操作が出来ると云う一点にのみたよってマウスの視覚を研究する事は、例えば「木に縁りて魚を求む」きらいはないか。この危惧は自分が比較的良く理解していると考える「視皮質両眼性細胞の神経可塑性」研究分野で見聞する事に基づいている。

手指の触覚を伝える体性感覚入力は大脳皮質体性感覚領野内の特定の部位にある細胞群に投射している。細胞群全体として見れば、それぞれの指の体性感覚受容野は、お互いに別個の領域として皮質内に並存し、しかも、第二指のすぐ隣は第三指と云う様に、系統だった脳内地図を作っている。勿論、例えばピアニストの手指受容野領域は通常人のそれより有意に大きい、と云われる。又、よく使う指に対応する受容野マップは、外の指に比べてより大きい。成サルの手指の一本を切断或は長期間の無使用状態に保つと、その指に対応する手指受容野領域は、はっきりと縮小、或は消滅して脳内地図上から姿を消し、入力をなくした領域は脳内地図上で隣接する指の領域に取り込まれて同じ細胞の入力支配が変わる。成熟脳の可塑性 (Adult plasticity) 発現の例である。後に同じ考えが視皮質可塑性研究分野にも持ち込まれ、成熟脳可塑性と呼ばれ始めた (例えば、Issaら、J.Neuroscience 19,1999)。この新しい概念は、視皮質可塑性のマウス・モデルと一緒にあって、可塑性研究分野に一大混乱をもたらした。ベアー・グループ (2003、2004) の唱えた、成熟脳可塑性と幼若期の視皮

質可塑性とが異なる機序に基づく可能性は、確かにテストすべき課題ではあるが、ネコ・モデルで私達が到達した答えは（2007）彼らの願望とは別に、その可能性を不必要とした。更に悪いことには、単眼視がマウス視皮質に引き起こす両眼性細胞割合の変化はいわゆる臨界期内の幼若マウスのみならず、成熟マウスでも同程度の変化が認められる、と云う報告に至っては、実験の動機と実験結果から引き出す結論との間のつながりがまるでない。云いっぱなしの感が強い。マウスを使ったこれらの実験では、ヒューベル・ウィーゼル以来の両眼性拮抗を大前提とするネコ・モデルによる両眼性細胞可塑性とは異なる全く別の問題を扱っているのだ。マウス・モデルを使い視皮質神経可塑性研究分野の先端を走っていると自負する研究者がこの出発点の違いを曖昧にしておくのは良くない。

3.18.7 画像解析・イメージングは救いの手か

何事によれ、流れに棹さすのはむつかしい。しかし、何が起きているのかを見極めることはできる。神経科学研究の世界で、いわゆるイメージングが流行る理由は何であろうか？ 百聞は一見にしかず、と云う。我々の認識過程がトップ・ダウン型優位で、言葉で説明する論理の積み重ねよりは、自分たちの脳そのものが、端的に、図形や映像の見せる「まとまった」物を、しかも瞬時のうちに、求めているからだ。例えば、スライドなしの学会口演を想像できるであろうか？ それならば、生体内の情報をいきなりまとまった図形として取り出す、と云うのは願ってもないことだ。

fMRI, ポジトロン断層法 (PET) や光学計測法 (optical recording) は、一
個体の中で目下使われている脳部位の (神経細胞群) 活動の強さを捕ま
える。コンピューター科学の展開とあいまって、これらのイメージング法
の感度は、これからも、時空間軸上の何れでも良くなって行くと期待でき
る。イメージング法の導入が、既に、臨床医学のあり方を大きく変えた。

と同時に、イメージング法の隆盛が、幾つかの問題をもたらしてい
る。まず、医療倫理上の問題がある。例えば、脳のMRIテストの際にた
またま播種性の微小脳溢血像が見つかった。目下、何の訴え・症状もな
い。さて、どうすべきか？ これは医療行為の本質につながる問題点を提起し
ている。

見つかった像が脳腫瘍を考えさせれば、どうか？現代の医療がこと診
断病名となると19世紀のウィルヒョー以来の細胞診断に頼っている事を
考えれば、がんの診断には生体検査が不可欠だ。臨床医は選択を迫られ
る。

臨床医学から一歩身を引き、医学・生物学研究の世界にもどれば、
我々は「動物モデルを必要としない医学・生物学」の恐ろしさに直面す
る。この章ではこれまで、動物モデルの難しさについて話して来た。ヒト
を被検者とするイメージング法はまるで夢の様な話しではないのか？医
学・生物学の研究者にとって、ヒトのデータは究極の成果だ。その分だ
け、複雑極まるヒトの振舞についてのイメージング法による実験結果を
発表する研究者は「自分は誤っていた」と云う以外には逃げ道の全くない立場

にすることが十分に分かっているのでしょうか？ 私たち研究者は、誰しも、新しいものに出会いたい。しかも、自分らのストーリーは壮大で、結論は正しいと願っている。この根源的な内部葛藤から比較的自由になる道の一つは、動物モデルにもどりイメージング法と組み合わせて外の分析法を使う事だ。そうすれば、外の方法論の併用からいわゆる独立した証拠を手にする事ができるはずだ。論証に深みが増す。fMRIを使い動物モデルを攻める立場が必要だ。