

さまようこと、ふりかえること、たどりつくこと

いしざき・あきひと

2008年3月京都大学博士（理学）。専門は物理化学の理論。2008年4月カリフォルニア大学バークレー校化学科にて日本学術振興会海外特別研究員、2010年4月ローレンス・バークレー国立研究所物理生物科学部門博士研究員を経て、2012年3月より現職。



2012年3月1日付で理論・計算分子科学研究領域に着任いたしました。一部雑然とした雰囲気も漂うバークレーの街並みとは異なり、岡崎は閑静な住宅街とでもいうのでしょうか深夜にも身の危険を感じることなく帰宅できる生活環境の恩恵を享受しています。

2008年3月に京都大学谷村吉隆教授のグループで量子動力学・非線形振動分光の理論研究で博士号を取得後、カリフォルニア大学バークレー校グラハム・フレミング教授の実験グループに加わり光合成光捕獲系における電子エネルギー移動の理論研究に取り組んできました。太陽光の強度が弱い場合、光捕獲タンパク質によって捕獲された太陽光エネルギーは色素分子の電子励起エネルギーとなりほぼ100%の量子収率で反応中心へ輸送され電気化学エネルギーに変換されます。絶え間ない分子運動と乱雑なゆらぎの中にありながら、色素の電子励起エネルギーはどのようにして反応中心へ確実に辿り着けるのでしょうか？天然の光合成光捕獲の驚異的な量子収率の本質的な分子的起源の解明には未だ道遠くと言わざるを得ないのが現状のようです。一方で2007年4月に発表されたフレミング教授らの論文では、光合成細菌中に

存在する色素タンパク質複合体の中に温度 77 K において 660 fs 以上にも及ぶ電子励起状態間の量子コヒーレンスの存在の実験証拠が示されていました。量子的な重ね合わせはわずかな刺激が加わっただけで崩れてしまい外界から隔絶された系でないと見られないというのが常識であったわけですが、タンパク質のような擾乱だらけの環境の中で重ね合わせ状態が長時間保たれていることは当時の自分には驚きでした。

何かある——動物的嗅覚だけでこの問題に飛びつき日本学術振興会海外特別研究員制度の援助のもとフレミング教授のグループに加わりました。今でこそ「生物系における量子効果」なる学際分野は世界的潮流となりソルベー会議など開催されるようになりましたが、2008年当時はフレミンググループの実験結果があるだけで日本では当然のこと欧米においても他の実験データや理論解析は皆無でした。そのような状況で、最初の研究打合せでフレミング教授が言い放った短い言葉が今でも耳に残っています——Do whatever you like. この一見気楽なアドバイスが悶絶生活の始まりでした。自分が何も知らない光合成光捕獲に関して、蓄積された膨大な知識・情報の前で途方に

暮れるばかり。関係がありそうな文献を集めて勉強するのですが知識が増えれば増えるだけ頭の中でdephaseしてしまう。悶々とした生活も5ヶ月が過ぎようとしていた土曜日の昼下がりに、ペンネを茹でる鍋の湯とマイクロ波オーブンで温まったソースが別々に沸き立つのを見て「光合成エネルギー励起でもこっちのタンパク質環境の歪みが生み出すエネルギー井戸で揺らぎが沸々して、あっちの井戸でも独立に沸々して……」と思い描いた時「それなら時間順序演算子を付け足せばいいのかも。そうすれば自分が知っている数学的技術を使える。それなら昔の溶媒とダイナミクスの実験に対応づけることができる」とdephaseしたままの雑多な現象・理論・実験の知識が美しくrephaseした瞬間でした。詳しく計算してみると、たしかに量子コヒーレンスの実験結果を説明しているばかりが従来の光合成エネルギー移動の理論研究が立ち往生していたパラメータ領域まで説明できている！

これら一連の成果は学際分野の萌芽期であったことが幸いし光合成系の物理化学や量子情報物理など関連コミュニティで注目して頂くことができました。有り難い話なのですが、当の本人

は自身の仕事に満足していない。光捕獲系において電子エネルギーが「ほぼ100%の量子収率」で反応中心へ輸送される「本質的な物理化学」を明らかにしていないという忸怩たる思いがありました。また、光合成光捕獲系の機能は電子エネルギーを反応中心へ送り届けることだけではありません。強光下に曝された場合には自らの損傷を防御するために過剰摂取した光エネルギーを熱として散逸させるという調整機構が作動することが知られています。外界変動からのフィードバック制御を含む種々の制御回路が働いていることも実験的に明らかとなりつつありますが、その詳細な分子機構についてはコンセンサスが得られておらず今なお活発な議論が続いています。今後の研究テーマの柱の一つとして、光捕獲系における驚異的なエネルギー変換効率とその調整機構といった選択的・特異的挙動の理解を踏み台にして、一般的に

も分子系が示し得る指向性・応答性・自律性に関する新しい物理化学、いきものをものから隔てる分子の科学を展開できればと考えています。

学位取得直後のエネルギーと不安に満ちた瑞々しい時期の米国生活が一つの学際分野が形成されていく過渡期に共鳴し、また自らもその渦に巻き込まれたことは掛け替えの無い貴重な経験でした。そこでは我々無名の若輩と錚々たる有名教授がほぼ対等に競い合い、時には露骨に足を引っ張られては捻り潰されそうになり、時に共に興奮し合う人間ドラマを目の当たりにし、アカデミアの在り方や自身の居場所・方向性を否応なく考えさせられた刺激的な日々でした。米国に留まろうか日本に帰ろうかと懊悩煩悶があったのも正直なところです。我々若い世代がvisibilityや競争力を獲得・維持するのが極めて難しい日本のアカデミアとは異なり、当然のキャリアパスとして数年のポス

ドク・トレーニングを終えた駆け出し研究者がassistant professorとして独立し個を主張する米国流の在り方は私には非常に魅力的でした。その一方で日本の魅力は、外部資金獲得に関して過度なストレス無く質実剛健な研究ができる学問風土でしょう。昨年度より試行された若手独立フェロー制度は、若手研究者が米国スタイルで日本クオリティの研究を遂行できる革新的な制度であると胸を躍らせ帰国を決意いたしました。心機一転、精一杯精進したく思います。

最後になりましたが、日本的・人間的なしがらみにまみれることなく気ままに研究できる機会を与えて下さいました大峯巖所長ならびに齊藤真司主幹教授、また所内外の多くの方々のご支援・激励に厚くお礼申し上げます。どうぞよろしくお願いいたします。

