

北 川 禎 三 (教授) (1983 年 4 月 1 日着任)

A-1) 専門領域：振動分光学、生物物理化学

A-2) 研究課題：

- a) 蛋白質の超高速ダイナミクス
- b) タンパク質高次構造による機能制御と紫外共鳴ラマン分光
- c) 生体系における酸素活性化機構
- d) 金属ポルフィリン励起状態の振動緩和及び構造緩和
- e) 振動分光学の新技术の開発
- f) 呼吸系及び光合成反応中心における電子移動/プロトン輸送のカップリング機構
- g) NOレセプター蛋白の構造と機能
- h) タンパク質のフォルディング/アンフォルディングの初期過程
- i) センサーヘム蛋白質のセンシング及び情報伝達機構
- j) DNA フォトリアーゼのDNA修復機構の解明
- k) β_2 ミクログロブリンのアミロイド形成機構の解明

A-3) 研究活動の概略と主な成果

時間分解共鳴ラマン分光法と赤外分光法を主たる実験手法とし、反応中間体や励起状態のように寿命の短い分子種或いは顕微鏡サイズの蛋白質構造体の振動スペクトルを観測することにより、反応する分子の動的構造や会合による高次構造変化を解明して、構造と機能との関係を明らかにする研究を進めている。扱う物質としては金属タンパク質とアミロイド化蛋白質が主で、次のように分類される。

- a) ピコ秒時間分解ラマンによるタンパク質超高速ダイナミクス。ミオグロビンCO付加体の光解離・再結合過程をピコ秒可視ラマン分光で追跡した。The Chemical Records第1巻にそのまとめ論文が掲載されている。時間分解紫外共鳴ラマンも同時に調べている。フィトクロムの研究では水谷助手が井上賞を受賞した。1997年には、水谷助手(現神戸大助教授)のミオグロビンのヘム冷却過程の研究結果が雑誌Scienceに掲載された。水谷博士はその一連の研究が評価されて森野研究奨励賞を受賞した。光合成反応中心タンパク等も取り扱っている。現在は、小分子を検出するセンサー蛋白のセンシング及びシグナリング機構の解明の研究にもこの方法を用いている。
- b) タンパク質高次構造による機能制御と紫外共鳴ラマン分光。ヘモグロビンの4次構造を反映するラマン線を見つけ归属した。また200 nm付近のレーザー光でラマン散乱を測定できる実験系を製作し、タンパク質高次構造の研究に応用した。1分子が約300残基からなるタンパク分子中の1個のチロシンやトリプトファンのラマンスペクトルの抽出に成功し、それが4次構造変化の際にどのように変化しているかを明らかにした。
- c) 生体系における酸素活性化機構。 $O_2 \rightarrow H_2O$ を触媒するチトクロム酸化酵素、 $O_2 \rightarrow H_2O + SO$ を触媒するチトクロムP-450、 $H_2O_2 \rightarrow H_2O$ を触媒するペルオキシダーゼ等のヘム環境の特色、その反応中間体である高酸化ヘムの $Fe^{IV}=O$ 伸縮振動の検出等、この分野の国際的フロンティアをつくっている。小倉助手(現兵庫県立大教授)のチトクロム酸化酵素による O_2 還元機構の研究は1993年の化学会進歩賞受賞の荣誉に輝いた。その研究成果が「分子細胞生物学」第4版(H. Lodishら著、野田春彦ら訳、東京化学同人)のような教科書に掲載されるにいたっている。また総研大生

でこの仕事をしていた廣田君(現京薬大助教授)はその学位論文に対し井上賞を受賞した。現在は、バクテリアのシトクロム酸化酵素数種について、外国と共同研究を進めている。

- d) 金属ポルフィリン励起状態のダイナミクス。ピコ秒時間分解ラマンが現在の仕事の中心。振動緩和の測定で振動エネルギー再分配に新しい発見をして1999年に *J. Chem. Phys.* に印刷された。ポルフィリンの一重項、三重項励起状態をナノ秒ラマンで調べる一方、金属ポルフィリンダイマーの励起状態 π - π 相互作用をピコ秒ラマンで見つけた。数ピコ秒で起こる振動エネルギー再分布にモード選択性もみつけて、BCSJのAccount論文として掲載されるにいたっている。
- e) 新しい原理を用いたフーリエ変換ラマン分光計の試作、及びCCDを用いたスキャニング・マルチチャンネルラマン分光器の試作、紫外共鳴ラマン用回転セル、酵素反応中間体測定用フローラマン装置の製作、ナノ秒温度ジャンプ装置の製作、ダイオードレーザーを光源とする高感度赤外分光法の開発、高分子量蛋白質の高分解能紫外共鳴ラマンスペクトル測定装置の製作、サブナノ秒時間分解紫外共鳴ラマン測定系の製作等。
- f) 有機溶媒中のキノン、及びその還元体の紫外共鳴ラマン分光とバクテリア光合成反応中心タンパク中のキノンA、Bの共鳴ラマンスペクトルの観測。キノンの中性形、電気還元したアニオン形のラマンスペクトルの溶媒依存性の解明、同位体ラベルユビキノンの解析に向かって研究を展開した。キノンを電子供与体とする呼吸系末端酸化酵素であるチトクロム bo_3 についても2004年に研究報告を *J. Biol. Chem.* に出した。
- g) ウシ肺から可溶性グアニレートシクラーゼを単離・精製し、その共鳴ラマンスペクトルを観測した。反応生成物のサイクリックGMPがNOの親和性を制御することを初めて指摘した。この研究を行った院生の富田君(東北大助手を経て、現米国NIH博士研究員)は1997年度の総研大長倉賞、及び1998年度井上賞を受賞した。CO結合体に2種の分子形があり、YC-1のようなエフェクターを入れると分子形は1種類になり、活性は200倍近くなる。COとYC-1の協同効果がある。そのCOは普通の測定条件では光解離しないように見え、YC-1無しの場合と様子が異なる。YC-1の結合モードについて詳しい解析をした。昆虫細胞を用いて本酵素を大量発現させ、その共鳴ラマンスペクトルを調べる方向に研究を展開中。
- h) ナノ秒温度ジャンプ法を用いてウシのリボヌクレアーゼAの熱アンフォルディングのナノ秒時間分解ラマンの測定に成功。タンパク質のナノ秒温度ジャンプでは世界で初めてのデータである。高速ミキシングセルを用い、アポミオグロビンのマイクロ秒域のフォルディング中間体を紫外共鳴ラマンで検出する事に初めて成功した。
- i) 環境因子としてCO、NO、 O_2 等の2原子分子を特異的に検出し、合目的の生理的応答をつくり出すセンサー蛋白質のうちでヘムをもつものに対象を絞り、各蛋白質が2原子分子を識別するメカニズム、検出後にそれを機能発現部位に伝達するメカニズムを時分割紫外共鳴ラマン分光法を用いて明らかにする。 O_2 センサーについては、大腸菌のDos、細菌のHemATについて、COについては脳のNPAS2、細菌のCooA等について現在集中的に研究を展開している。
- j) DNAの損傷を受けた部分を光の作用で修復する酵素を大腸菌でクローニングし、それを大量発現する。その蛋白に補酵素であるFADやMTHFを結合させた時の蛋白の構造変化を紫外共鳴ラマン法で検出すると共に、その蛋白が損傷を受けたDNAと相互作用する様子を調べる。更にそこへ青色光を照射してDNAが修復される途中の構造を検出して、そのメカニズムを明らかにしていく。
- k) 免疫蛋白の抗原結合部位に相当する β_2 ミクログロブリンは透析治療を長く続けた患者の血液中に集積され、突然アミロイド線維を形成する。そのアミロイド線維の顕微偏光赤外スペクトルを測定して、線維中の蛋白分子の構造を論じる。また、紫外共鳴ラマン分光法によりこの分子のモノマーとフィブリル状態の構造の違いを明らかにする。こ

の蛋白の#11-21残基でフィブリルをつくらせたものについては既に報告したが #20-41残基や#76-91残基 ,それらの混合物でつくったフィブリルについても測定を進める。特に 高次構造形成に誘導減少があるかどうかを明らかにするためにシード効果を調べ ,分子間相互作用の実質を解明していく。

B-1) 学術論文

- X. ZHANG, H. FURUTACHI, S. FUJINAMI, S. NAGATOMO, Y. MAEDA, Y. WATANABE, T. KITAGAWA and M. SUZUKI**, “Structural and Spectroscopic Characterization of (μ -Hydroxo or μ -Oxo)(μ -Peroxo)Diiron(III) Complexes: Models for Peroxo Intermediates of Non-Heme Diiron Proteins,” *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 826–827 (2005).
- H. FURUTACHI, K. HASHIMOTO, S. NAGATOMO, T. ENDO, S. FUJINAMI, Y. WATANABE, T. KITAGAWA and M. SUZUKI**, “Reversible O–O Bond Cleavage and Formation of a Peroxo Moiety of a Peroxocarbonate Ligand Mediated by an Iron(III) Complex,” *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 4550–4551 (2005).
- K. ITOH, H. HAYASHI, H. FURUTACHI, T. MATSUMOTO, S. NAGATOMO, T. TOSHA, S. TERADA, S. FUJINAMI, M. SUZUKI and T. KITAGAWA**, “Synthesis and Reactivity of a (μ -1,1-Hydroperoxo)(μ -Hydroxo)Dicopper(II) Complex: Ligand Hydroxylation by a Bridging Hydroperoxo Ligand,” *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 5212–5223 (2005).
- H. HIRAMATSU, Y. GOTO, H. NAIKI and T. KITAGAWA**, “Structural Model of the Amyloid Fibril Formed by β_2 -Microglobulin #21-31 Fragment Based on Vibrational Spectroscopy,” *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 7988–7989 (2005).
- Y. J. MO, D. L. JIANG, M. UYEMURA, T. AIDA and T. KITAGAWA**, “Energy Funneling of IR Photons Captured by Dendritic Antennae and Acceptor Mode Specificity: Anti-Stokes Resonance Raman Studies on Iron(III) Porphyrin Complexes with a Poly(Aryl Ether) Dendrimer Framework,” *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 10020–10027 (2005).
- S. INAGAKI, C. MASUDA, T. AKAISHI, H. NAKAJIMA, S. YOSHIOKA, T. OHTA, B. PAL, T. KITAGAWA and S. AONO**, “Spectroscopic and Redox Properties of a CoxA Homologue from *Carboxydotherrmus hydrogenoformans*,” *J. Biol. Chem.* **280**, 3269–3274 (2005).
- K. MATSUURA, S. YOSHIOKA, T. TOSHA, H. HORI, K. ISHIMORI, T. KITAGAWA, I. MORISHIMA, N. KAGAWA and M. R. WATERMAN**, “Structural Diversities of Active Site in Clinical Azole-Bound Forms between Sterol 14 α -Demethylases (Cyp51s) from Human and *Mycobacterium tuberculosis*,” *J. Biol. Chem.* **280**, 9088–9096 (2005).
- T. UCHIDA, E. SATO, A. SATO, I. SAGAMI, T. SHIMIZU and T. KITAGAWA**, “CO-Dependent Activity-Controlling Mechanism of Heme-Containing CO-Sensor Protein, Neuronal PAS Domain Protein,” *J. Biol. Chem.* **280**, 21358–21368 (2005).
- Z. Q. LI, B. PAL, S. TAKENAKA, S. TSUYAMA and T. KITAGAWA**, “Resonance Raman Evidence for the Presence of Two Heme Pocket Conformations with Varied Activities in CO-Bound Bovine Soluble Guanylate Cyclase and Their Conversion,” *Biochemistry* **44**, 939–946 (2005).
- Y. NAGANO, J. G. LIU, Y. NARUTA and T. KITAGAWA**, “UV Resonance Raman Study of Model Complexes of the Cu_B Site of Cytochrome *c* Oxidase,” *J. Mol. Struct.* **735-736**, 279–291 (2005).
- K. OINUMA, H. KUMITA, T. OHTA, K. KONISHI, Y. HASHIMOTO, H. HIGASHIBATA, T. KITAGAWA, Y. SHIRO and M. KOBAYASHI**, “Stopped-Flow Spectrophotometric and Resonance Raman Analyses of Aldoxime Dehydratase Involved in Carbon-Nitrogen Triple Bond Synthesis,” *FEBS Lett.* **579**, 1394–1398 (2005).

S. YAMAGUCHI, A. KUMAGAI, S. NAGATOMO, T. KITAGAWA, Y. FUNAHASHI, T. OZAWA, K. JITSUKAWA and H. MASUDA, “Synthesis, Characterization, and Thermal Stability of New Mononuclear Hydrogenperoxocopper(II) Complexes with N₃O-Type Tripodal Ligands Bearing Hydrogen-Bonding Interaction Sites,” *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **78**, 116–124 (2005).

R. KOUDO, H. KUROKAWA, E. SATO, J. IGARASHI, T. UCHIDA, I. SAGAMI, T. KITAGAWA and T. SHIMIZU, “Spectroscopic Characterization of the Isolated Heme-Bound PAS-B Domain of Neuronal PAS Domain Protein 2 (NPAS2) Associated with Circadian Rhythms,” *FEBS J.* **272**, 4153–4162 (2005).

S. NAGATOMO, M. NAGAI, Y. MIZUTANI, T. YONETANI and T. KITAGAWA, “Quaternary Structures of Intermediately Ligated Hemoglobin and Influences from Strong Allosteric Effectors; Resonance Raman Investigation,” *Biophys. J.* **89**, 1203–1213 (2005).

J. M. STEVENS, T. UCHIDA, O. DALTRUP and S. J. FERGUSON, “Covalent Cofactor Attachment to Proteins: Cytochrome *c* Biogenesis,” *Biochem. Soc. Trans.* **33**, 792–795 (2005).

B-4) 招待講演

北川禎三, 「からだで活躍する金属イオン: 金属と人の暮らしの化学」, 総合研究大学院大学第7回先導科学科学術講演会「生命・光」, 総研大葉山本部共通棟講義室, 2005年2月.

北川禎三, 「生物学・生理学・分子科学・生命環境科学を統合するバイオサイエンス新領域の開拓」, 総研大協同研究報告会, 統計数理研究所, 2005年4月.

T. KITAGAWA, Y. -J. MO, D. -L. JIANG, M. UYEMURA and T. AIDA, “Anti-Stokes Resonance Raman Evidence for Energy Funneling of IR Photons Captured by Dendritic Antennae on Iron(III)-Porphyrin Complexes with Poly(aryl ether) Dendrimer Framework,” 12th Intl. Conf. on Time-Resolved Vibrational Spectroscopy, NIST, Gaithersburg (U.S.A.), May 2005.

北川禎三, 「センサー蛋白質の情報検出及び伝達メカニズム」, 生化学若い研究者の会京都支部, キャンパスプラザ京都, 2005年6月.

北川禎三, 「ヘム蛋白質における情報伝達と動的構造」, JTS研究会「分子系の構造と電子状態」, SPring-8 中央管理棟講堂, 2005年9月.

T. KITAGAWA, “Resonance Raman Investigation of the P Intermediate of Bovine Cytochrome *c* Oxidase and a Model of Its Cu_B-Heme Dinuclear Center,” Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt (Germany), June 2005.

T. KITAGAWA, “Resonance Raman Investigation of Effects of YC-1 and GTP on Structure of CO-bound Heme of Soluble Guanylate Cyclase,” 2nd Intl. Conf. of cGMP Generators, Effectors, and Therapeutic Implications, Potsdam (Germany), June 2005.

T. KITAGAWA, Y. -J. MO, D. -L. JIANG and T. AIDA, “Energy funneling of IR photons captured by dendritic antennae on iron(III)porphyrin complexes with a poly(aryl ether) dendrimer framework probed by anti-Stokes resonance Raman spectroscopy,” ICMAT & IUMRS-ICAM 2005 Conference, Singapore Convention and exhibition Center (Singapore), July 2005.

T. KITAGAWA, “Effects of YC-1 and GTP on NO-bound heme structure of soluble guanylate cyclase,” 12th Intl. Conf. on Biological Inorganic Chemistry, Ann Arbor (U.S.A.), July 2005.

T. KITAGAWA, “Resonance Raman investigation of dynamical properties of heme proteins in relation to signal transduction by gas sensor proteins,” Inst. of Chem. Academia, Sinica (Taiwan), October 2005.

T. KITAGAWA, “Structural changes in the heme moiety upon binding of YC-1 and GTP to soluble guanylate cyclase,” 3rd Taiwan Bioinorg. Chem. Symp., Kaohsiung (Taiwan), October 2005.

T. KITAGAWA, “Unique applications of resonance Raman spectroscopy to metalloporphyrins,” Dept. of Chem. Natl. Taiwan Univ. (Taiwan), October 2005.

T. KITAGAWA, “Structural chemistry of cytochrome *c* oxidase; What have been solved and unsolved on its reaction mechanism?” COE International Symposium 2005 and ‘Assembly and Reconstitution of Membrane Proteins and Cellular Molecular Machineries,’ Osaka Univ. (Japan), November 2005.

T. KITAGAWA, B. PAL, Z. LI, S. TAKENAKA and S. TSUYAMA, “Rapid recombination of CO in the activated form of CO-bound soluble guanylyl cyclase,” Symposium (#230) on ‘Structures, Dynamics, and Function of Biomolecules and Water,’ Pacificchem, Honolulu (U.S.A.), December 2005.

B-6) 受賞、表彰

北川禎三, 日本化学会学術賞 (1988).

小倉尚志, 日本化学会進歩賞 (1993).

水谷泰久, 井上研究奨励賞 (1995).

廣田 俊, 井上研究奨励賞 (1996).

北川禎三, 日本分光学会賞 (1996).

富田 毅, 総研大長倉賞 (1997).

富田 毅, 井上研究奨励賞 (1998).

水谷泰久, 森野研究奨励賞 (2001).

北川禎三, 日本化学会賞 (2002).

平松弘嗣, William F. Meggers Award (2005).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

IUPAC Associate Members of Commission on Biophysical Chemistry (1996. 1-).

日本分光学会東海支部幹事 (1986.4-1991.3).

日本分光学会評議員 (1987-).

日本化学会東海支部代議員 (1986-1988).

日本化学会東海支部幹事 (1988-1990).

日本化学会化学展92 企画委員会副委員長 (1991).

日本化学会賞推薦委員 (1994).

日本化学会学会賞選考委員 (1998), 委員長 (1999).

日本生化学会評議員.

日本化学会東海支部副支部長 (1999).

日本化学会東海支部支部長 (2000).
中部化学連合討論会実行委員長 (2000).
日本化学会東海支部監査役 (2001-2002).
日本化学会理事 (2002-2003).
日本化学会副会長 (2003-2004).

学会の組織委員

International Conference on Raman Spectroscopy, International Steering Committee (1988-1994).
International Conference on Time Resolved Vibrational Spectroscopy, International Organizing Committees (1989-).
11th International Conferens on Photobiology, Symposium organizer (1992).
Vth Intr1. Conf. on Time-resolved Vibrational Spectroscopy(Tokyo), Local Organizing Committee (1991).
Symposium on Recent Developments in Vibrational Spectroscopy, International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (one of organizers).
Co-organization: US-Japan Symposium on “Ligand Binding to Myoglobin and Hemoglobin” Rice University, Houston, March, 1-5 (1997).
Co-organization: US-Japan Symposium on “Proton Coupled Electron Transfer” Kona,Hawaii, Nov. 11-15 (1998).
Co-organization: Symposium in International Chemical Congress of Pacific Basin Societies “Raman Spectroscopy: Coming Age in the New Millennum” Hawaii, Dec 14-18 (2000).
Co-organization: 10th International Conference on Time-resolved Vibrational Spectroscopy, Okazaki, May 21-25 (2001).
Organizer: 2002 IMS COE Conference “Dynamical Structures and Molecular Design of Metalloproteins,” Nov. 18-21 (2002).
Organizer: AsBIC-1 “The First Asian Meeting of Bioinorganic Chemistry,” Okazaki, March 7-10 (2003).
Chairman of International Steering Committee of “Asian Conference on Biological Inorganic Chemistry.”

文部科学省、学術振興会等の役員等

文部省学術審議会科研費分科会理工系小委員会委員 (1997-1998).
日本学術会議化学研究連絡委員会委員 (1997-1999).
文部省学術審議会専門委員会科研費審査委員 (1991-1993, 1995-1998, 2000-).
日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員 (1992-1993, 1994-1995, 1996-1997, 1998-1999, 2000-2001).
日本学術振興会国際科学協力委員会委員 (1998-2000).
日本学術振興会未来開拓事業委員会複合領域専門委員 (1998-2001).
科学技術庁研究開発局評価委員 (1994).
さきがけ研究アドバイザー (生体分子の形と機能:2000- ,光と制御:2003-).
大学評価 工学部評価専門委員 (2002-2003).
文部科学省21世紀教育・研究COE選考委員(化学・材料部門)(2002-2004).
日本学術会議第20期会員 (2005-2008).
日本学術振興会理工系科研費審査委員会 (2006).

学会誌編集委員

Journal of Physical Chemistry, Advisory Board (1993-1997).

Chemical Physics, Advisory Board (1993-).

Journal of Molecular Liquids, Editorial Board (1993-).

Asian Journal of Physics, Advisory Board (1991-).

Biospectroscopy, Editorial Board (1993-).

Journal of Raman Spectroscopy, Advisory Board (1995-).

Journal of Biological Inorganic Chemistry, Advisory Board (1995-1997).

Journal of Biological Inorganic Chemistry, Editorial Board (1999-2002).

Journal of Inorganic Biochemistry, Editorial Board (2001-2004).

Chemistry Letters, 編集委員 (2003-2004).

Bulletin of Chemical Society of Japan, Advisory Board (2005-).

科学研究費の研究代表者、班長等

重点研究「生物無機」班長 (1991-1993).

総合研究(B)班長 (1994, 1995).

重点研究「生体金属分子科学」領域代表者 (1996-1999).

特定領域研究(A)「未解明鍵物質」班長 (2000-2002).

基盤研究(A) (2001-2002).

基盤研究(S) (2002).

特別推進研究 (2002-2006).

B-8) 他大学での講義

北川禎三, 大阪大学理学研究科, 「生体分子の振動分光学」, 2005年7月12日-13日.

B-10) 外部獲得資金

特定領域研究(A), 「生物無機科学における構造と特異機能の研究」, 北川禎三 (1991年-1993年).

基盤研究(B), 「振動分光学による生体NO作用機能の解明」, 北川禎三 (1995年-1996年).

基盤研究(B), 「ナノ秒ジャンプ法を用いた蛋白質高次構造変化の時間振動分光学的研究」, 北川禎三 (1997年-1999年).

特定領域研究(A), 「生体機能における金属イオンの特異的作用の分子科学」, 北川禎三 (1996年-1999年).

研究成果公開促進費 第15回大学と科学シンポジウム, 「生物と金属」, 北川禎三 (2000年).

特定領域研究(A), 「未解明生物現象を司る鍵化学物質」, 北川禎三 (2000年-2002年).

基盤研究(A), 「時間分解振動分光法による蛋白質高次構造変化の機能に果す役割」, 北川禎三 (2001年).

基盤研究(S), 「時間分解紫外共鳴ラマン法によるセンサー蛋白質の環境感知, 情報伝達及び機能発現機能の解明」, 北川禎三 (2002年).

特別推進研究, 「蛋白質動的な高次構造検出法の開発及びそれを用いた蛋白質構造・機能相関の解明」, 北川禎三 (2002年-2006年).

C) 研究活動の課題と展望

- a) タンパク質高次構造の速いダイナミックスとそのセンサー蛋白質における重要性:時間分解共鳴ラマン分光
- b) 生体NOの合成及び反応機構:時間分解赤外分光
- c) 蛋白質の分子内情報伝達機構の構造化学:紫外共鳴ラマン分光
- d) チトクロム酸化酵素における電子移動とプロトン輸送とのカップリング機構の解明
- e) 生体における酸素活性化機構:高酸化状態中間体の構造決定
- f) ヘムを含むセンサー蛋白のセンシングと機能実行メカニズム
- g) ナノ秒温度ジャンプ装置の制作とそれを用いた蛋白質フォールディング/アンフォールディングの追跡
- h) タンパク質の高感度顕微赤外分光: β_2 ミクログロブリンを材料とし,アミロイド化による配向フィブリルの偏光赤外測定により,蛋白の2次構造を明らかにすると共にフィブリル化のきっかけをつくるシード効果を調べる。
- i) DNAフォトリアーゼによるDNA修復機構:大腸菌のフォトリアーゼをクローニングし,その蛋白を大腸菌で作らせて,紫外共鳴ラマンスペクトルを調べる。補酵素結合による蛋白の構造変化,DNAとの結合様式,青色光照射による光修復機構の解明を目指す。

以上のテーマを中心に時間分解振動分光の手法をシャープに生かした研究を進めて行きたい。