

# トピックス

## ●——水銀標準ガス発生装置の校正システムとレーザー吸収分光法による直接定量

2018年、米国標準技術研究所(NIST)を訪問した際、水銀標準ガス発生装置の校正システムを見学する機会があった。論文が間もなく出版されると聞いたが、その後数報が出版された<sup>1)~3)</sup>。NISTで使用されていた水銀標準ガス発生装置自体は市販品であり、発生槽温度を30℃に固定しながら発生槽を通過する精製空気の流量を調節することにより、発生濃度(41~287 μg/m<sup>3</sup>)を制御する。その発生したガスを吸着トラップで捕集し、同位体希釈冷蒸気誘導結合プラズマ質量分析法(ID-CV-ICP-MS, isotope dilution cold-vapor inductively coupled plasma mass spectroscopy)により、Hg<sup>0</sup>(GEM, gaseous elemental mercury)濃度を測定する。NIST SRM 3133 “Mercury Standard Solution”(10 mg/g)をスパイクの校正に使用することにより、国際単位系へのトレーサビリティが確保されている<sup>2)</sup>。さらに、本校正システムとは独立して、自作のレーザー吸収分光法(LAS, laser absorption spectroscopy)装置を用いて、発生装置から発生したGEM濃度を物質量の標準物質を用いることなく直接定量することが試みられた。そのLASによる分析濃度と、ID-CV-ICP-MSによる分析濃度が比較された<sup>3)</sup>。このLASでは、波長254 nmの遷移を利用して、吸収スペクトルにおけるHgの各同位体によるピークの総和、および、Hgの同位体相対存在比、角運動量から決定される基底状態と励起状態の縮退度の比、励起状態の寿命、吸収波長、光速度からGEM濃度を求めている。物質量の標準物質を用いることなく物理量の測定値と物理定数等から物質量を求める定量分析法「一次標準直接法」として現在国際的に認められているのは、重量法、電量分析法、凝固点降下法の三種類のみである。それに対して、GEMを直接定量したLASも一次標準直接法であると主張しており、計量学的に意義深い。今後、水銀標準ガスの新たな一次標準の実現のほか、他原子ガスのLASによる直接定量の検討も期待される。

- 1) S. E. Long, J. E. Norris, J. Carney, J. V. Ryan, G. D. Mitchell, W. D. Dorko : *Atmospheric Pollution Research*, **11**, 639 (2020).
- 2) S. E. Long, J. E. Norris, J. Carney, J. V. Ryan : *Atmospheric Pollution Research*, **11**, 909 (2020).
- 3) A. Srivastava, S. E. Long, J. E. Norris, C. E. Bryan, J. Carney, J. T. Hodges : *Anal. Chem.*, **93**, 1050 (2021).

## ●——二光子蛍光イメージングプローブで迫るうつ病の生化学的メカニズム

うつ病患者において、神経伝達物質セロトニン濃度の低下が認められる。トリプトファン水酸化酵素2 (tryptophan hydroxylase 2: TPH2) は、トリプトファンからセロトニンへの変換を触媒し、生体内のセロトニン濃度を制御している。山東師範大学のWangらは、ストレスにより脳内の活性酸素が増加することでTPH2の活性が低下し、その結果としてセロトニン濃度が低下するのではないかとの仮説を立てた(図1)<sup>1)</sup>。この仮説を証明するために、スーパーオキシドアニオン(O<sub>2</sub><sup>•-</sup>)とH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>に対応する蛍光プローブを用いて、二光子蛍光顕微鏡により、その脳内の濃度のリアルタイムイメージングを試みた。二光子蛍光顕微鏡は近赤外の励起光を用いるため高い組織透過性と自家蛍光の低減を実現でき、脳などの生体イメージングに適している。Wangらは、O<sub>2</sub><sup>•-</sup>の二光子蛍光プローブとしてTCPを設計した(図1)。このプローブは、O<sub>2</sub><sup>•-</sup>と反応して蛍光性を獲得するカフェ酸と、O<sub>2</sub><sup>•-</sup>を中和するオルガネラであるペルオキシソームを標的化するペプチドSKLからなる。

TCPと既存のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>用の二光子蛍光プローブを併用してマウスの脳内イメージングに適用し、仮説を裏付ける結果を得た。すなわち、(1)マウスに化学的な酸化ストレスや精神的なストレスを与えると、ペルオキシソームのO<sub>2</sub><sup>•-</sup>が実際に上昇し、ペルオキシソーム中のカタラーゼが不活性化した。(2)細胞内のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>濃度が上昇し、細胞質内のTPH2が酸化された。(3)TPH2の酸化によって、マウスの脳内セロトニン濃度が低下し、うつ病様の症状が現れた。うつ病の他にも、ストレスに伴う活性酸素の上昇は、多くの疾患にかかわると考えられている。今後、これらの疾患のメカニズムに対しても、二光子蛍光顕微鏡により、理解が深まると期待される。

- 1) Q. Ding, Y. Tian, X. Wang, P. Li, D. Su, C. C. Wu, W. Zhang, B. Tang : *J. Am. Chem. Soc.*, **142**, 49, 20735 (2020).

〔九州大学システム生命科学府 祁 松〕

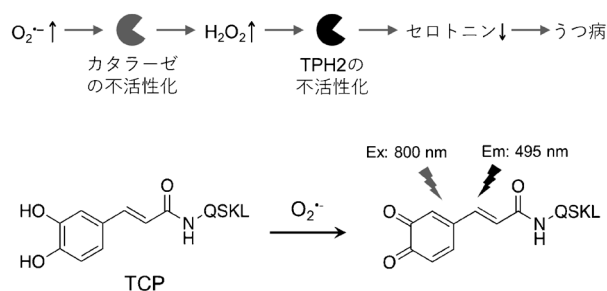


図1 O<sub>2</sub><sup>•-</sup>がうつ病の発症にかかわるメカニズムの仮説とO<sub>2</sub><sup>•-</sup>の蛍光プローブTCP