

2015年度定例研究会報告

南カリフォルニア大学での研究留学を終えて

加藤 貴英

The experience of study abroad at University of Southern California

Takahide KATO

大学の概要と研究室の選定

2013年10月から2014年9月までの1年間、独立行政法人国立高等専門学校機構在外研究員として、カリフォルニア州ロサンゼルス市にある南カリフォルニア大学（University of Southern California: USC）に研究留学しました。

USCは1880年に設立された西海岸最古の私立大学で（写真1）、学生総数は約4万1000人、フルタイムの教員は約3800人です。全米屈指のフィルムスクールがあり、ジョージ・ルーカスをはじめ、著名な映画監督を数多く輩出しています。スポーツも盛んで、USCに関係のあるオリンピック選手（1904-2016）は累計で451名、メダル獲得総数は309個（金メダルが144個、銀メダルが93個、銅メダルが72個）で、全米トップクラスです。

このUSCに研究留学先を決めたきっかけは、呼吸応答の数値モデリングで著名なStanley Yamashiro教授（写真1）の論文に興味・関心を持ったからです。在外研究員の応募には、受け入れ先の招聘理由書（Invitation Letter）が必要です。よって、Yamashiro教授の研究室で研究活動したい旨を、英文履歴書を添付して電子メールで連絡してみました。すると翌日のメールでOKの返事を頂き、2回目のメールでInvitation Letterを送って頂きました。Yamashiro教授のお



写真1. 大学キャンパス内. Stanley Yamashiro 教授（左）と筆者（右）

かげで無事に留学先を決定することができました。

研究活動

USCでは、私が大学院生の頃から研究課題としている運動時の呼吸応答に関する研究に加え、食道平滑筋への電気刺激に関するプロジェクト研究にも従事しました。「食道に電気刺激？」…何のためか想像し難いでしょうから、このセミナーでは食道平滑筋への電気刺激について解説します。

逆流性食道炎（Gastroesophageal Reflux

Disease: GERD) の緩和策として、食道平滑筋への電気刺激の効果が検証されています。GERDとは、胃酸の逆流によって食道が炎症を起こす疾患で、症状に胸やけや胸の痛み等があります。下部食道括約筋 (Lower Esophageal

Sphincter: LES) の機能低下が胃酸逆流の原因の1つとして考えられています。実際、患者(ヒト)に電気刺激装置(図1)を埋め込んでLESに電気刺激を加えると、LESの内圧が高まり(図2)、胸やけ等の症状が軽減した(図3)と報告されて

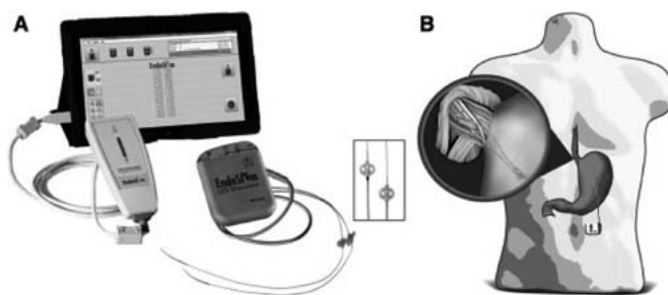


図1. (A) EndoStim wireless programmer, implantable pulse generator and bipolar stimulation lead. Inset shows the 2 stimulation electrodes and the butterfly used for anchoring the electrode at the lower esophageal sphincter. (B) EndoStim System Implant in a patient. Electrode position and implantable pulse generator (IPG) implant location. Bipolar stitch electrodes are placed in the abdominal esophagus anteriorly in an inline configuration 1 cm apart. The lead is connected to the IPG that is implanted in the subcutaneous pocket in the anterior abdomen. 参考文献1より

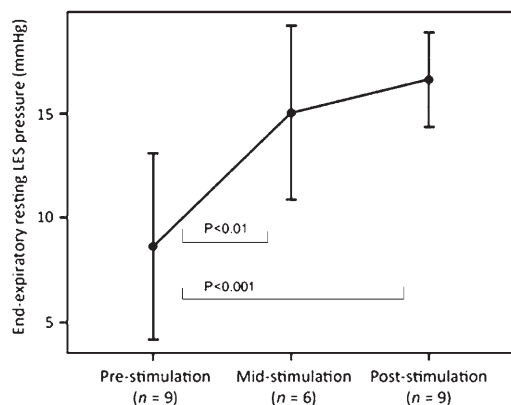


図2. The effect on resting LES pressure of sustained stimulation with pulses of 200 μ s, at a frequency of 20 Hz, and current ranging from 5 to 15 mA. LES pressure increased in all subjects ($n = 9$) at mid stimulation (15 min) ($P < 0.01$ compared to baseline), and increased further at the end of the 30 min session ($P < 0.001$ compared to baseline). Data as mean and 95% CI. 参考文献2より

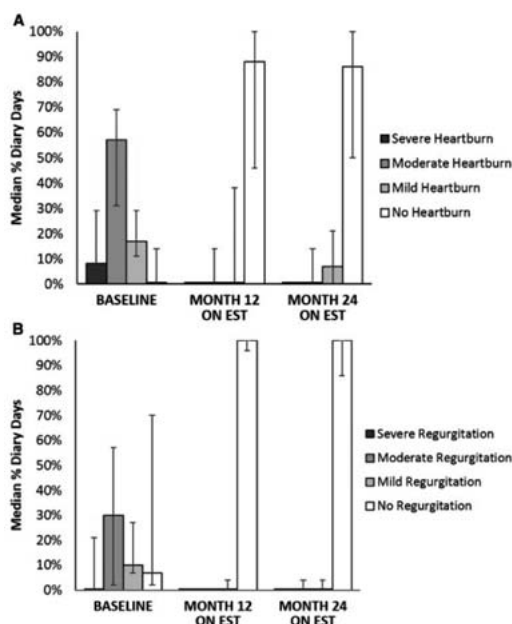


図3. Subject daily diary. (A) Heartburn symptoms severity (median, interquartile range [IQR]; % diary days) and (B) regurgitation symptoms severity (median, interquartile range [IQR]; % diary days). EST, Electrical stimulation therapy. 参考文献1より

います。しかし、LESへの電気刺激には幾つか課題があり、その1つに電気刺激装置のバッテリーの寿命があげられます。バッテリー交換をするためには再手術が必要で、バッテリーを長持ちさせるためにも、電気刺激のさらなる効率化が求められています。そこで、Yamashiro研究室ではLESの電気刺激効率に関するプロジェクト研究を実施し、1) 刺激の強さ、2) 刺激時間、3) 刺激頻度、これらを組み変えて、40通り以上の電気刺激から最も効率の良い刺激を検証しました。ヒトでの実験が困難であること、動物実験においても倫理的制約がいくつかあることから、食肉用に飼育されたブタの食道を実験に使用しました。実験スケジュールを事前に飼育場に伝えおき、実験当日、出荷するために屠殺したブタから胃と食道を頂き、生理食塩水が入ったクーラボックスに入れ、酸素供給をしながら研究室まで運びました。私は、主にLESの実験サンプルの作成を行いました。実験結果は、特許等の関係で本稿に掲載することはできませんが、最も効率が良い電気刺激パターンを見出すことができました。

この様に研究留学中においては、自身の専門分野の研究に加え、日本では想像し難い研究にも携わることでき、貴重な経験を積むこと

ができました。Yamashiro教授、共にプロジェクト研究に携わった大学院生のMr. Marc Cole、Department of Biomedical Engineeringのスタッフの皆様にご感謝申し上げます。

最後になりましたが、研究留学に際して様々御助言を下さった松本孝朗先生、この度の報告の機会を与えて下さった梅村義久先生、そして体育研究所所長の桜井伸二先生に感謝申し上げます。

参考文献

- Rodríguez L, Rodríguez P, Gómez B, Ayala JC, Oxenberg D, Perez-Castilla A, Netto MG, Soffer E, Boscardin WJ, Crowell MD. Two-year results of intermittent electrical stimulation of the lower esophageal sphincter treatment of gastroesophageal reflux disease. *Surgery*, 157(3): 556-67, 2015.
- Rodríguez L, Rodríguez P, Netto MG, Ayala JC, Saba J, Berel D, Conklin J, Soffer E. Short-term electrical stimulation of the lower esophageal sphincter increases sphincter pressure in patients with gastroesophageal reflux disease. *Neurogastroenterol Motil*, 24(5): 446-50, 2012.

