

程 康 氏を偲ぶ

東北大学電気通信研究所 栗木一郎

理化学研究所（理研）脳科学総合研究センター、fMRIサポートユニットのユニットリーダーだった程 康 (Cheng, Kang) 氏が、2016年11月8日に54歳の若さで急逝されました。小川誠二氏が開発されたBOLD fMRI¹を用いた脳機能研究が1990年代前半に始まり、研究数が爆発的に増えましたが、程氏はその比較的初期に当たる1996年から理研に導入された4.1 [T]の高静磁場強度（当時は1.5 [T]が主流だった）のMRIを用い、高精細の脳機能画像を取得するfunctional MRI (fMRI)技術に関する研究を進められてきました。中でも、2001年に発表された眼優位性コラムの可視化に関する研究⁵⁾は高く評価され、広く知られています。その後も、視覚野を中心とした脳機能マッピングや脳内における視覚機能の研究など数々の優れた研究成果を発表し、レビュー論文も多数執筆されました。またHuman Brain Mappingを初めとする国際会議でも多数の教育講演をされ、日本のfMRI研究を国際的に著明にすることに大きく貢献されました。視覚学会でも2009年に冬季大会で招待講演をして頂きました。

程氏は浙江大学で地質学を学ばれ、学部卒業後、中国科学アカデミーでリモートセンシング画像（地上の状態を広域に調査する目的で航空機や人工衛星から取得した地表の画像）の解析に関する業務に従事された後、1989年に理研で田中啓治氏の研究室に加わりました。田中氏のラボに所属する直前は、当時理研に所属されていた（後に電気通信大学）出澤正徳氏のラボで研修生として立体視の研究にも携わっていたと伺っています。その後、田中氏の研究室で



画像提供：理化学研究所

1996年に導入されたfMRIによるヒトの非侵襲脳機能計測に関わるグループを率い、2001年には田中氏の研究室のサブリーダーに、2006年にはfMRIサポートユニットが設置されユニットリーダーに就任されました。

程氏の神経科学分野における主要な業績は、マカクサルの下側頭皮質における物体コラム構造に関する研究¹⁾から始まり、電気生理学²⁾、解剖学⁴⁾、ヒトを被験者としたPET³⁾およびfMRI⁵⁻¹⁷⁾による脳機能研究と多岐に渡ります。その中には、マカクサルのV4ニューロンにおいて運動選択性を記録した研究²⁾や、ヒト視覚野のコントラスト感度の調整機構に関するfMRI研究⁷⁾、異なる時間周波数チャンネルに対応したヒトV1の研究⁸⁾、運動視に関するMT/MST野の活動に関する研究¹⁵⁾、意識と視覚的注意に関する研究¹¹⁾、視覚的文脈に依存した高次視覚皮質の活動に関する研究¹⁰⁾など、視覚に関する多くの脳機能研究に携わってこられま

¹ Blood Oxygenation Level Dependent, functional Magnetic Resonance Imaging. Ogawa et al., 1990.

した。また、プロ棋士が指し手を直感する過程に関わる脳部位の研究¹²⁾にも尽力されました。

私自身は2005年半ばから一緒に研究をさせて頂く機会を得ました。2004年の日本眼科学会(大会長:北原健二氏)における、fMRIを用いた視覚研究のシンポジウムとともに登壇したことが直接のきっかけでした。理研の研究室を見学させて頂いた際に、V1の方位選択性の研究¹⁴⁾に用いる視覚刺激を見せて頂き、方位と色相のアナロジーから色相選択性を測定する試みを共同で開始しました。2007年の北米神経科学会で色相選択性に関する初期の成果を発表しました。

理研で運用されていた4.1[T] MRIシステムの最大の特徴は、送受信コイル・制御ソフトウェアなどカスタム製作された装置部分が多いことです。システムの運用に携わるスタッフの方々は、いずれもMRIの物理や制御ソフトウェアの裏を知悉していた研究者で、この体制が、装置の最高性能を引き出す事を可能としていたのだと思われます。眼優位性コラムの描出に関わる研究⁵⁾では、当時最高精度の面内解像度0.75 [mm]でのイメージングを実現していました。私が携わった色相選択性の研究でも、高いS/N比で画像を取得する技術のお世話になりました。

2008年2月には、小川誠二氏、Sun-Gee Kim氏、Richard Buxton氏ら著明な研究者を招聘したfMRI mini workshopを主催され、fMRI研究の基礎知識に関する原理(物理)や、撮像パラメータが取得画像に及ぼす影響をhands onで試す機会を提供されるなど、後進の育成にも腐心されていました。私自身も受講しましたが大変有意義なワークショップで、定期的に開催されれば研究室の学生に集中トレーニングや実地体験をさせるのに好適だったと思います。開催の準備にかかったご苦労は並々ならぬものだったと拝察しますが、一度限りの開催となりました。

程氏と共同研究を開始してからの10年はあつという間でした。仙台から和光市の理研に

通いながら2~3カ月に1度fMRI実験と打ち合わせを行うペースで進み、間遠になりがちな共同研究であったにもかかわらず忍耐強く付き合ってもらい、2015年には視覚皮質の色相選択性に関する論文¹⁶⁾を共同で発表することができました。当初は測定すれば結果は自ずから明らかになると思っていましたが、結果が意外なほど複雑だったため研究は予想外に難航し、2007年に初期の成果を発表して以降、なかなか外部発表できるレベルに到りませんでした。一見無秩序に見えたデータの山の原因を検証し、秩序立てて整理するには多くの紆余曲折がありました。

共同研究も半ばの頃、程氏との研究打ち合わせに理研を訪れた際、実験の進捗報告や論文原稿を束ねたフォルダ(厚さ4~5cm)を無言かつ無表情でドサッと机の上に投げ出された時は、少なからず威圧感を覚えました。遅い進捗にもどかしさを感じられていたことでしょう。ただ、誰かが先に発表してしまえば新規性が失われる切迫感から焦燥を募らせていた中で、何度も“take your time”という言葉が掛けて頂いたのが印象的でした。十分に時間をかけないと理解が深まらない現象が多々あることに理解を示して下さったことは、未知のフィールドの研究を進めるうえでは救われました。2015年に何とか我々なりの解釈を論文の形にまとめることができましたが、仕上げでの段階でも綿密な修正とコメントを頂き多くのことを学びました。その研究に続く、次のプロジェクトを開始しようと準備を進めていた矢先に程氏の訃報に接し、文字通り呆然自失の状態が1カ月ほどは続きました。

2017年に入り、程氏の功績を振り返りつつ視覚皮質の研究の進捗を報告する会が日本と中国でそれぞれ行われることになりました。日本では日本神経科学会、中国では視覚科学会議のサテライトとして、シンポジウムが行われます。程氏を失ったことは、科学技術の面でも、日本と中国の学術的な架け橋という視点でも非常に惜しいことではありますが、程氏の希求し

ていた視覚皮質の機能的マッピングに関する研究をさらに推進し深化させ、これまでの恩に報いたいと考える次第です。

安らかにお休み下さい。

【代表的論文（年代順・抜粋）】

- 1) I. Fujita, K. Tanaka, M. Ito and K. Cheng: Columns for visual features of objects in monkey inferotemporal cortex. *Nature*, **360**, 343–346 (1992).
- 2) K. Cheng, T. Hasegawa, K. S. Saleem and K. Tanaka: Comparison of neuronal selectivity for stimulus speed, length, and contrast in the prestriate visual cortical areas V4 and MT of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, **71**, 2269–2280 (1994).
- 3) K. Cheng, H. Fujita, I. Kanno, S. Miura and K. Tanaka: Human cortical regions activated by wide-field visual motion: An H¹⁵O PET study. *Journal of Neurophysiology*, **74**, 413–427 (1995).
- 4) K. Cheng, K. S. Saleem and K. Tanaka: Organization of corticostriatal and corticoamygdalar projections arising from the anterior inferotemporal area TE of the macaque monkey: A phaseolus vulgaris leucoagglutinin study. *Journal of Neuroscience*, **17**, 7902–7925 (1997).
- 5) K. Cheng, R. A. Waggoner and K. Tanaka: Human ocular dominance columns as revealed by high-field functional magnetic resonance imaging. *Neuron*, **32**, 359–374 (2001).
- 6) F. Moradi, L. C. Liu, K. Cheng, R. A. Waggoner, K. Tanaka and A. A. Ioannides: Consistent and precise localization of brain activity in human primary visual cortex by MEG and fMRI. *NeuroImage*, **18**, 595–609 (2003).
- 7) J. L. Gardner, P. Sun, R. A. Waggoner, K. Ueno, K. Tanaka and K. Cheng: Contrast adaptation and representation in human early visual cortex. *Neuron*, **47**, 607–620 (2005).
- 8) P. Sun, K. Ueno, R. A. Waggoner, K. Tanaka and K. Cheng: A temporal frequency dependent functional architecture in human V1 revealed by high-resolution fMRI. *Nature Neuroscience*, **10**, 1404 (2007).
- 9) M. Costagli, R. A. Waggoner, K. Ueno, K. Tanaka and K. Cheng: Correction of 3D rigid body motion in fMRI time series by independent estimation of rotational and translational effects in k-space. *NeuroImage*, **45**, 749–757 (2009).
- 10) S. Tajima, M. Watanabe, C. Imai, K. Ueno, T. Asamizuya, P. Sun, K. Tanaka and K. Cheng: Opposing effects of contextual surround in human early visual cortex revealed by functional magnetic resonance imaging with continuously modulated visual stimuli. *Journal of Neuroscience*, **30**, 3264–3270 (2010).
- 11) M. Watanabe, K. Cheng, Y. Murayama, K. Ueno, T. Asamizuya, K. Tanaka, and N. Logothetis: Attention but not awareness modulates the BOLD signal in the human V1 during binocular suppression. *Science*, **334**, 829–831 (2011).
- 12) V. Wan, H. Nakatani, K. Ueno, Y. Asamizuya, K. Cheng and K. Tanaka: The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts. *Science*, **331**, 341–346 (2011).
- 13) K. Cheng: Revealing human ocular dominance columns using high-resolution functional magnetic resonance imaging. *NeuroImage*, **62**, 1029–1034 (2012).
- 14) P. Sun, J. L. Gardner, M. Costagli, K. Ueno, R. A. Waggoner, K. Tanaka and K. Cheng: Demonstration of tuning to stimulus orientation in the human visual cortex: A high-resolution fMRI study with a novel continuous and periodic stimulation paradigm. *Cerebral Cortex*, **23**, 1618–1629 (2013).
- 15) M. Costagli, K. Ueno, P. Sun, J. L. Gardner, X. Wan, E. Ricciardi, P. Pietrini, K. Tanaka

- and K. Cheng: Functional signalers of changes in visual stimuli: Cortical responses to increments and decrements in motion coherence. *Cerebral Cortex*, **24**, 110–118 (2014).
- 16) I. Kuriki, P. Sun, K. Ueno, K. Tanaka and K. Cheng: Hue selectivity of neurons in human visual cortex revealed by BOLD fMRI. *Cerebral Cortex*, **25**, 4869–4884 (2015).
- 17) K. Cheng: Exploration of Human Visual Cortex Using High Spatial Resolution Functional Magnetic Resonance Imaging. *NeuroImage* (2016). <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.11.018>