

カナダからの手紙：ヨーク大学視覚研究事情

ヨーク大学心理学科 近江 政雄

視覚研究会の皆様

VISION に原稿を書きなさいとのお話しを難うございました。ご依頼を受けた時はカナダの短い夏が始まったばかりでしたが、昨日の朝で今年の夏も公式には終わってこれから長い冬がやってきます。「解説」のほうは割と早く書けたのですが、「長い手紙」は時間がかかりました。何を書けば良いのかよく分からず、締め切りが迫るまで手が付かなかったのが真相です。

視覚研究会の会員名簿を拝見しますと、鶴飼さんのおっしゃるとおり私の知らない方がずいぶん沢山おられます。ということは私を知らない方が沢山おられるということで、年月の経過というのは大変なことだと思いました。私がこちらへくる前に、東京工業大学の池田先生のところでお世話になっていた頃は、まだ生理光学研究会とっていたのですが、こじんまりとした組織でした。私はヨーク大学の Howard のところにポスドクとしてやってきて、そのあとずっと居続けているのですけれども、その間に日本における視覚研究もずいぶんと発展したわけで、誠にとおめどうございます。

さて、それでは私が所属しているヨーク大学の York Vision Group についてお話ししたいと思います。ヨーク大学は 1957 年に創立された比較的新しい大学で、カナダ最大の州オンタリオの首都トロントに位置しています。トロントには昔からトロント大学があったのですが、大学進学希望者の増加に対応するためにオンタリオ州は町の旧名を名乗るもう一

つの大学を北のはずれにつくったわけです。新設大学がまず最初に創設するのは、比較的財政負担が少なく・教官を揃えやすく・多数の学生が集まる教養学部 (Faculty of Arts) でしょう。どの教養学部にも心理学科はあるわけですが、心理学という学問は総合的で広範な分野を含んでいます。すべての分野をカバーしようとすれば巨大な学科になってしまいますから、歴史があり財政的にも豊かなトロント大学の心理学科といえども比較的弱体、つまりあまり人材が配置されていない分野があるのは避けえないことだったのです。そのような分野の一つに感覚・知覚心理学がありました。ヨーク大学の心理学科の創設にかかわった Ian Howard は、南の隣人の持たない強力な視覚研究グループを作ることによってヨーク大学の心理学科を特長づけようとして優秀な人材を集めた、というのが York Vision Group の始まりとされています。

現在の York Vision Group は、いまや有名人となった初期の頃からの人々に最近になって新しい人々が加わって、心理学科・生物学科・コンピュータ科学科・物理学科に籍を置く 18 人の教官・10 人の研究員・12 人の大学院生¹によって構成される北米でも有数の視覚研究グループに成長しています。グループ内部での実験装置や被験者を通しての分かち合いと協同研究によって密接な学究グループが構成されているばかりでなく、何人かの教官はトロント大学医学部眼科、オンタリオ眼

1. 脚注次頁

科研究所²、宇宙地球科学研究所³等の外部の機関にも所属しています。主なメンバーが最近どのようなことに興味を持って仕事をしておられるかについてお話してみたいと思います。

York Vision Group の創立者である Ian Howard は、空間定位のメカニズム、すなわちわれわれが環境に対する自己の位置を判定するメカニズムの研究をずっとやってきた人です。最近 Howard が興味を持って研究されているテーマの一つに両眼回旋眼球運動があります。水平方向の眼球運動と同じように両眼回旋眼球運動にも version と vergence があり、version は頭を傾けたときに、網膜像を安定させるために眼球を逆方向に回転をさせる運動です。Vergence は刺激を奥行方向に傾けたときときに、その網膜像を垂直に保つための眼球運動です。回旋眼球運動の実時間測定が難しかったせいもあって、今までほとんど研究されていなかった領域で、基本的な時間空間特性が分かってちょっと一段落したところ

です。また、Howard は実物の装置を作るのが好きな人で、大きさが 2 m の回転する球や回転する部屋を作りその中に被験者を入れて視覚誘導自己運動 (vection) の研究をやっていました。これは無重力飛行中の宇宙士の空間定位や船酔いと関連があり、York Vision Group が ISTS に参加するきっかけにもなりました。それとともにパラボラ飛行をする飛行機のなかで研究をするための自家製のヘルメットマウンテッドディスプレイの開発へとつながりました。今、改良版のヘルメットマウンテッドディスプレイを使って、自己の運動方向の認識のメカニズムの研究が行なわれています。1982 年に出版された Human Visual Orientation の内容が古くなってしまったので、Howard は新版を著作中です。前の版の時には手書きした原稿を秘書の方がタイプされたのだそうですが、今回は Macintosh を全面的に使用されています。

David Regan はもともと視覚誘発電位の研究で良く知られた人で、最近 Human Brain

1. 「大学院生の数がずいぶん少ないではないか」と思われるかもしれませんが、カナダの大学では指導教官が大学院生の生活費を保証できないかぎり、大学院生を指導出来ない仕組みになっています。生活費は、大学院生自身がカナダ、オンタリオ、ヨーク大学の奨学金を獲得したりヨーク大学の Teaching Assistant として雇われること、教官が自分の研究費を使って大学院生を Research Assistant として雇うこと等によって賄われるわけですが、奨学金をもらえる大学院生の数は非常に限られていますので、教官が十分に研究費を持っていないと大学院生を雇えず、したがって大学院生が少ないことになります。有名な教官の人々は研究費をたくさん持っていますけれども、大学院生一人を雇うためにかかる費用は相当なものですから（大体年間一万ドルぐらい）その数は日本と比べて非常に限られてしまっています。

2. オンタリオ眼科研究所 (Eye Research Institute of Ontario) は、トロント大学の眼科学科が中心になって 1990 年にトロント病院に設立した研究所で、眼科への応用のための基礎的な視覚研究を目指しています。

3. 宇宙地球科学研究所 (Institute for Space and Terrestrial Science, ISTS) は、オンタリオ政府が将来新しい技術の開発をもたらすような研究の促進を目指して 1988 年に設立した 10 の研究所の一つで、ヨーク大学に本部をおき、主なメンバーにヨーク大学の教官がなっています。ISTS の 7 つの研究室の一つが宇宙人間科学研究室 (Human Performance in Space Laboratory) で主に York Vision Group の人々によって構成されています。ISTS はヨーク大学とは独立した組織ですが、独立した研究所として機能しているわけではなく、むしろ既存の大学の研究室に余分の研究費を配分するための事務機構のようなものです。

Electrophysiology という本を出版されました。1989年にアメリカ空軍の研究補助金を獲得して、ニューロマグネトメーターを購入されました。Regan の話によると、日本には何台もあるそうですが、カナダにはこの一台だけです。実際にニューロマグネトメーターを使って仕事をする人が今年になってようやく見つかって、研究が始まったところです。また、Regan は視覚研究の応用面にも興味を持っています。その一つは医学面で、病気に付随した特定の視覚障害の検査法、神経学眼科学的障害を持つ患者の視覚の研究をトロント大学医学部眼科で行なわれています。もう一つの応用は、飛行中の視覚の研究です。奥行き方向の運動視・運動による形状視等のRegan の最近の研究は、超低空飛行中や離着陸時のパイロットの視機能についての研究が始まりとなっています。

Hiroshi Ono はたびたび来日して講演されていますし、研究室に滞在されていた方が視覚研究会にずいぶんおられますから、その研究内容はよく知られていることと思います。視方向や眼球運動についての興味が失われたわけではありませんが、ここ二、三年は運動視差による立体視の研究に重点がおかれています。運動視差による立体視は簡単にデモンストレーション出来るわりに、そのメカニズムがよく分からないところがあります。Ono の興味は、運動視差が働く臨界条件を、まずはっきりさせたいということにあるようです。

Peter Kaiser の研究室に滞在されていた方もずいぶんたくさんおられますので、Ono と同様その研究内容は衆知のことでしょう。色覚の心理物理学の権威は、最近単一細胞の反応を心理物理学の結果に結び付けることに興味を持って、マックスプランク研究所の神経生理学者との協同研究に力を入れておられます。

Martin Steinbach は以前から眼科医と一緒に研究をされてきており、オンタリオ眼科研究所創立の中心人物の一人です。視覚異常者・眼球運動異常者の研究を通して視覚の基本機構を解明していこうというのがSteinbachの方法ですが、特に斜視者の眼球運動制御のメカニズムや病気で片眼を摘出した子供の適応、すなわち視機能の可塑性に興味の重点がおかれています。

ヨーク大学の心理学科には創立時から神経生理学のための設備はあったそうですが、神経生理学者がいなかったのです。最近になってKeith GrasseとLaurence Harrisの二人がやってきて実験室の設定をほとんど終えました。二人とも視覚情報による眼球運動、頭の運動の制御のメカニズムに興味を持っている比較的若手の神経生理学者です。

そんなわけでYork Vision Groupはますます栄えていますが、その母体であるカナダは困難な問題を抱えて、おおげさにいえば国家創設以来の危機的状況にあります。それには主な原因が二つあると思うのですが、一つはカナダという国家そのものの成り立ちです。日本とカナダはどちらも社会福祉の行き届いた、議会制民主主義の伝統を持つ、工業先進国であるという点では似かよっているわけですが、違った面もずいぶん多いわけで、その中でも最大の違いは日本という国がなくなっても日本人は残るけれども、カナダという国がなくなった時にはカナダ人も一緒になくなってしまうことです。カナダ全体としての人口の主流はイギリス系の人々ですが、カナダ第二の州ケベックはフランス系の人々が中心で、そのためカナダでは英仏両語が公用語になっているのですが、何かにつけてしっくりいかないところがあります。昨年の夏のケベック州を異なった社会(Distinct Society)として認知しようとする憲法改正の試みが失敗に終わって以来、ケベック州では独立を求

める声が非常に強くなっており来年の秋には州民投票が行なわれます。カナダ連邦政府は新しい憲法改正案を用意していますが、政府とくに首相の信用が著しく低いために、国民の同意を取付けるのが困難な状況にあります。人口一千万人にも満たないケベック州が独立しても経済的な自立は難しく、カナダの中心であるオンタリオ州から切り離されてしまう大西洋側の四州とともにアメリカ合衆国に吸収されるしかなく、そうなるとオンタリオ州やカナダ西部もやっていけなくなって結局は北米全体が一つの国になってしまうという予測もあり、そこまでいかななくてもカナダ人が誇りをもってよく言う「世界で二番目の生活水準」を維持することは困難になってしまうでしょう。アメリカとカナダの国境線は世界中で一番平和であり、別々の国であるべき必要性もないし、合併というより吸収されてしまったほうが良いという意見がカナダに根強くあるのは確かですが、その一方でアメリカのことを色々な意味で好いていないカナダ人が多いのも事実ですし、本当に困難な状況です。

カナダの抱えるもう一つの問題は、先進工業国としての地位を維持することがますます困難になっていることです。もともとが資源に依存した工業国なのですが、技術革新を怠ってきたきらいがあって国際競争力を失い続けているのです。お店でも非常に良い品物は日本製かドイツ製、まあまあ良い品物が韓国製、台湾製、アメリカ製、安い品物は中国製、東南アジア製、東ヨーロッパ製でカナダでは一体何を作っているのだろうという感じですが、それとともに比較的単純な労働力を使ってきた工場が、カナダの高賃金と重税に耐えかねてアメリカへさらにはメキシコへと移転しています。今カナダは不景気が終わりをかけているところですが、この不景気で失われた雇用の多くは単純労働で、将来回復する

ことはないと言われています。高度技術社会への移行が急務であると言われながら、これまで研究開発や社員教育に力をいれて来なかったことが災いして、日本のある経済団体がかって指摘したような「生活水準が異常に高い第三世界国」から「歴史上始めて先進工業国から発達途上国に戻った国」になってしまうのではないかと指摘さえあります。

もちろん社会というものは、内部から見たほうが問題が目立つものです。どんなに困難な状況にあるとはいえ、世界の大部分の人々から見ればカナダは日本と同様に楽園に近いところであり、贅沢なことを言っていると笑われるのが落ちでしょう。カナダはもともと人口の割に面積が広すぎてまとまりにくいところであり、話し合いを重ねて妥協点を見つけてきた歴史を持っています。カナダの人々も問題には気付いているようですし、漸進的な解決方法を見つけて世界の模範となってくれるでしょう。

ところで話は変わりますが、6月19日から6月22日の間、ヨーク大学キャンパスで空間視に関するシンポジウムが行なわれました。人間とロボットのという但し書きがついていて、空間視メカニズムのモデルに重点が置かれたシンポジウムでした。発表された内容を思い起こして少し感想をお話して最後にしたいと思います。

空間的情報の入りの仕組みとして局所的な情報を処理する特長ディテクターあるいは空間フィルターの集合があり、ついで奥行き・運動・テクスチャ・色のような情報の性質ごとの処理をおこなう一連の属性モジュールがあり、これらの情報処理結果が統合される過程があるという大枠については、特に異議はないようです。しかし空間フィルターとして線形の空間周波数チャンネルを想定していれば良かった時代は終わったようで、さまざまの新しい提案がありました。空間周波

チャンネルに並存して局所的位置の情報を伝える空間的に疎なフィルターが存在するという二重性モデルの提唱 (Klein) , 小波型の受容野をもった (Pentland) , あるいは非線形の (Wilson) 空間フィルターの提案, 局所的空間フィルターが局所的な座標系を見積るためにも使われているとの提案 (Bergen) 等です。一方属性モジュールについては運動モジュール (Regan) ・色モジュール (De Valois) による空間処理機能が, その仕事によっては明るさのモジュールによるものに比べて遜色のないものであることが示されました。モジュール出力を統合する過程は今後の空間視研究の主要な焦点の一つでしょうが, そこにはトップダウンの過程がはいってくることになります。視世界に関する知識に基づいた制限を統合過程に加えること (Richards) , 注目によって生じる能動的運動知覚 (Cavanagh) , 注目による情報処理のモデルとして注目するところの周りを抑制するメカニズムの提唱 (Tsotsos) がありましたが, Julesz の講演が時間切れで肝心の注目の所にはいる前に終わってしまったのは残念でした。

心理物理学の実験の結果に重点をおいた講演と, 機械による視覚のアルゴリズムについての講演はこのシンポジウムでは比較的良くかみ合っていたという印象を受けました。人間および高等生物の視覚系の空間視の理解を目指して心理物理学・神経生理学による実験結果をモデル化し続けてきた研究の流れがあり, その一方で機械による視覚情報処理の研究があったわけです。これまでこれらの二つの間での対話が比較的うまくおこなわれてきたのは, 生物が視覚系による空間情報処理を上手に行なっているために, 機械による視覚的情報処理のシステムを作っていく際に既存の生物がおこなっている方法を真似るのが最も効率が良いと考えられていたからだと思

います。しかし少し前までは夢物語に近かったロボットがいまは頻繁に使われており, 今後宇宙空間, 地底, 海底のような人間が作業を出来ないような場所でロボットはますます必要となってくるでしょう。その場合ロボットに要求されるのは一つには優れた視覚情報処理能力であり, 今一つには人間との対話の能力, すなわちロボットの知覚している空間を人間にとって自然な形で伝えられる能力だと思います。しかしそのためにロボットの視覚系が生物のものと全く同じ原理で働らく必要は必ずしもないはずで, なぜならば生物の眼にはもう進歩の余地はないのですが, ロボットの眼は今後も進化できる可能性をもっているのですから。ロボットが独自の視覚系を持ち始めたときに, 人間とロボットの空間視に関するシンポジウムが行なわれれば, 異なる原理による視覚系の比較が出来て面白いかもしれません。

まともなく書いてきてしまいました, この辺でおしまい致します。それでは皆様宜しくお伝えください。

さようなら。

1991年9月24日
冬迫るトロントにて
近江政雄
ヨーク大学心理学科
4700 Keele Street
North York, Ontario
M3J 1P3, Canada