



バーチャルリアリティを使った ヒトの脳研究の現状

松波謙一

岐阜県科学技術振興センター



1. はじめに

バーチャルリアリティ (VR) の技術の進歩は目覚ましい。医学の分野でも臨床・基礎を問わず、あらゆる面で浸透している。それがはっきりと VR を使っていると目に見える場合もあるし、背後に隠されていて見えない、あるいは気が付かない場合もある。むしろ後者の場合のほうが多いだろう。基礎医学の分野でも、VR の技術を使った慢性ザルの研究が日本でも行われ、それらは舘暉東大教授を代表とする重点領域研究「人工現実感に関する基礎的研究—仮想空間の生成と人間の相互作用に関する研究」(平成7—9年度)に掲載されている。更にこの三年間の取りまとめ研究内容を一般の市民にも理解してもらうための配慮から、培風館から4冊のシリーズ物が出版された。その第一巻(人工現実感の基礎—臨場感・現実感・存在感の本質を探る)に、サル関係の研究を三上章充(京都大学霊長類研究所)、泰羅雅登(日本大学医学部)、岩村吉晃(東邦大学医学部)、小野武年(富山医科薬科大学)、西条寿夫(富山医科薬科大学)の諸氏が書かれている[1]。また、第四巻(伊福部達編:人工現実感の評価—VRの生理・心理・社会的影響)では、伊関洋(東京女子医科大学脳神経センター)、山家智之(東北大学加齢医学研究所)の諸氏がそれぞれの研究を発表しておられる[2]。これらの方々の文章は、それぞれに啓発されるところが大であるので、是非とも参考にされたい。

ところで我々はこの5年間ほど、ヒトの記憶を研究するために脳波を記録し、宣言的記憶(declarative memory)の想起又は暗算中に脳のどの部位が活動しているか

を脳波双極子追跡法(SSB/DT法)を用いて決定した[3、4]。それで判明したことは、記憶の想起や暗算のときには右側海馬が活動する、という結果であった[4]。その際使用したSSB/DT法(Scalp-Skull-Brain/Dipole Tracing Method)は本間三郎・武者利光等のグループによって開発されたものであるが[5、6]、それを簡易に解説したものは本学会誌においても紹介してある[7]。その解説論文を読んでもらえば解るように、当該論文ではSSB/DT法の骨子を紹介してはいるが、それがVRとどの程度関与するかとなれば一人のレフェリーも指摘したように、VR技術の本質(新しいこと)を示したものではない。頭部・頭骨・脳の三次元モデルを作り、その上に記憶に伴って活動する部位(我々の場合では海馬)を表示したに過ぎない。この点に関しては、画像の精粗の差はあるものの、PET、fMRI、MEGとVRの関わりについても大同小異ということになるだろう。そこで本論では、我々の行ってきた記憶・暗算の研究結果を簡単に紹介する。その際、右側海馬が重要であるとの所見を得たことから、海馬の文献を調べた際に、VRとの関係で興味があると思われるPET、fMRIの実験があったのでそれらを紹介して責を務めたいと思う。

2. 本論

図1は宣言的記憶の想起(図1右)のEEGを記録したものである。矢印で示された小さい波(wavelets)がEEG上に出現している。このwaveletsは小さいので同型のものを3~4個加算してからこのwaveletsの電源推定を行った。通常は2-dipole法を用いる。これによって

同時に二つの電流源を推定することが可能である。

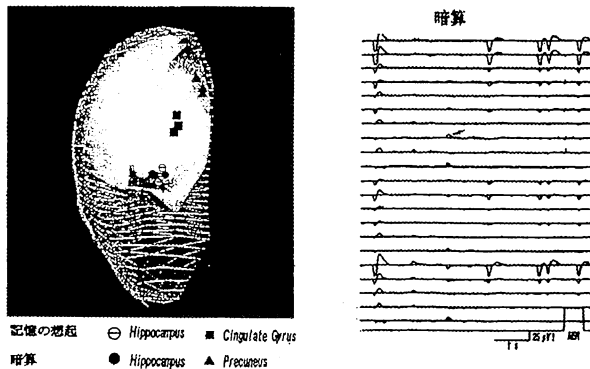


図1 記憶の想起及び暗算時に活動する脳部位。左図：頭一脳部の立体図にプロットした脳の活動部位。海馬(Hippocampus)、帯状回(Cingulate Gyrus)、前楔状回(Precuneus)がそれぞれ示されている。右図：暗算時の脳波。矢印は小波(wavelet)を示している。

今回の実験では、3人の被験者で記憶の想起及び暗算の課題時の wavelets の電流源推定を 2-dipole 法で行った。3人とも記憶の想起では海馬と前頭葉内側面(恐らく帯状回)が、暗算に際しては海馬と頭頂葉が活動していた。又、海馬においては6例中5例が右側の海馬が活動していた。

海馬が記憶に重要な働きをしていることはH. M. の例で解るように早くから解っていた[8]。又、海馬が損傷された場合には、宣言的記憶が損なわれること[9]及びPETの研究からエピソード記憶の想起時には海馬が活動していることが解っており[10]、我々の結果はこれら先行実験と一致するものである。しかし、我々の場合、右側海馬の活動が優勢であった(6例中5例)。この点を検討してみると、過去の実験において右側海馬が優位に活動している例が出てきた[11, 12]。では何故、右側海馬が優位に活動するか、その理由は定かではないが、図形の処理等に関しては右脳が左脳に比べて優位であり、言語及び論理的処理に関しては左側大脳が優位であるという従来までの左右の大脳半球の機能分化に基づいて理解することが可能であろう。

ただその際、何故我々の場合、右側海馬が活動するかということになるが、考えられる一つの事は、被験者は、宣言的記憶の想起や暗算に際して、脳内において何らかの図形に基づいた情報処理を行っていたのではないかと考えられる。例えば暗算の達人の場合、「頭の中に算盤を置いて計算する」と言われるように、頭の中に「算盤」という図形を思い浮かべている可能性がある。我々の被

験者についても、「算盤」とまではいなくても、頭の中に何らかの絵画的イメージ(補助的かもしれないが)使っていた可能性があり、これが右側海馬を優位に活性化させたということではある。

ところで先ほど挙げた Maguire 等がロンドンのベテランのタクシー運転手を被験者にして行った実験は、複雑なロンドン市内のルートの始点から到着点までの最短距離を選ばせるものである。

一方、VR技法の進歩にもかかわらず、VRを使って本当にヒトの脳活動を研究したという論文は意外と少ない。試みに virtual reality と fMRI、virtual reality と PET で検索すると、前者で28論文、後者で6論文のみとなる。これを、abstractを読み、VRを使ってヒトの脳を研究したと見なせるものになると、更に数が減じる。この小論においては、それらの中でもVRを使ってヒトの脳を研究したと言える論文を紹介することにする。すると、イギリスとアメリカ合衆国のそれぞれの研究グループの研究結果を紹介することになる。以下順を追って紹介したい。

PETを使用した Maguire 等(1997)の論文内容から紹介することにする[12]。この論文の要旨は、ロンドンのタクシー運転手がロンドン市内の一つの場所から目的地までのルートを憶えていた目印(land mark)に従って最短距離を想起する時に、大脳皮質のどの場所が活動するかを調べたものである。その際、途中の風景や道筋を思い出しながら行うことが特色となっている。

被験者は11人のロンドンのタクシー運転手(年齢 45 ± 7 歳; 右利き)である。運転手歴は 14.55 ± 12 年で、3年間という短い人もいる。脳活動の測定にはPETを使い($H_2^{15}O$ を静注)、rCBFを計測する。8分間隔で12試行を行う。画像は 128×128 ピクセル、63平面。一方、脳の形態はMRIによるT1強調画像で3D-gradient echo法(256×256 voxels; voxel size, $1 \times 1 \times 3$ mm)によっている。画像はSPMを使い解析する。

課題は、6課題であり、各々2回行う。1)ロンドン市内である場所(起点)からある場所(終点)まで、道順をたどる課題(道順課題)、2)世界中の誰でも知っている目印(land mark; 例えば自由の女神像)、3)有名な映画のプロットを思い出す。4)映画のスチール写真を思い出す、の4通りの他に、言語で返答するもので、これのコントロールとして数を音唱させる基底課題(base line task)がある。

Maguire と Frith (1998) は更に別の実験を行った[13]。従来までの spacial memory の実験は、egocentric

条件下でのものが多い。一方、現実世界では、allocentric 条件下で認知し、行動する機会が多い。その他、物体の情報処理においては、occipito-temporal 経路が物体認知に、occipito-parietal 経路が空間認知に働いているとされ [14]、ヒトでも PET の研究からこの説は支持されている [15、16、17]。しかし、これらは egocentric 条件下での実験と考えられる。こうした所見に基づき Maguire 等は物体を基にした環境の認知は物体を処理する系（場所）を活性化し、一方 topographical memory の encoding には medial temporal region（側頭葉内側領域）が活性化されると想定して実験を行った。

その際、virtual environment（VR 環境）を設定する（課題 1）。VR 環境は二種類あり、一つは探索課題であり、中心となる場所から目的の場所（5ヶ所ある）に向かって VR 空間をジョイスティックを動かして廊下を移動していくものである。廊下はカーブしているため、一つの目的場所からは別の目的場所が見えないような設定になっている。また、それぞれの部屋の中央には目印となる物体が置かれている（たいまつ、もみの木、燈台、燃えている樽、四角いキット箱）。

もう一つの VR 環境は、課題 2 を行うためのものであるが、これは課題 1 に対するコントロール実験の一つになっている（Random Color/Texture Image Task : Control）。廊下の終端には各々異なった形の多角形の部屋が付いている。中心部から廊下への入口は全て同じである。廊下は最初は昇りになっており、踊り場があって、それを過ぎると降りになり、部屋に続く。従って、一つの部屋からは他の部屋のありかは見通せないようになっている。部屋と廊下の色は、模様も色も全て同じである。

こうしておいて、トポグラフィの記憶で脳のどの部分が活動しているかを PET を使って検索した。予期されるように、多くの脳部位が活性化されている。オリジナル論文では表 1 となっているものを本文として列挙していくと次のようになる。環境探索課題（対象物あり。ランダム色/模様像）：頭頂回（左、右）、前楔状回（左、右）、海馬傍回（右）、小脳（左、右）、紡錘状回（左）。次に環境探索課題（対象物なし、広い空間の探索）では：中頭頂回（左、右）、紡錘状回（右）、頭頂－側頭回（37野、左）、楔状部（右）、小脳（左、右）、前楔状回（左、右）。環境探索（物体有り、ランダムな色の変化）：中頭頂回（左、右）、楔状回（右）、頭頂－側頭領域（右）、前楔状回（左、右）、紡錘状回（左）、小脳（左）。

以上の結果から、二つの探索課題で差があったのは、

中頭頂回（左、右）、中心前回（右）、前楔状回（左）、小脳（右）、海馬傍回（右）、紡錘状回（左）である。なかでも海馬傍回が活動している点が強調されている。ちなみに、両課題で共に活動している脳の部位は、中頭頂－後頭回（左、右）、前楔状回（左、右）、紡錘状回（右）、頭頂－側頭回（左）である。

さて、海馬傍回が活動している点についてであるが、すぐ考えられることは、物体の有無である。しかし、物体視に関係する領域は両者でも活動しているので、物体情報の処理の有無のみが海馬傍回の活動の差異を生じたとは断定できない。これに対して、Tulving 等（1994）[18]、Martin 等（1995）[17] は新奇性を encode するという考えを提示している。しかし、当該実験においては、被験者はそれぞれ物体像には慣れ親しむようになるので、新奇性のみで海馬傍回の活動の左右差を説明できない。むしろ、Sergent 等（1992）が示唆するように [19]、右海馬傍回は知覚の情報が収束するためとした方がよいのかもしれない。又、Owen 等（1995）は右側頭葉内側は物体位置の encoding に関係しているが、位置（場所）そのものには関係しないとしている [20]。従って、右海馬傍回の活動は広範囲な空間において物体位置の encoding に関与すると考えてよいだろう。

一方、固有海馬（海馬本体）が活動していなかったということは、従来の多くの実験事実を鑑みると驚くべきことである。例えば、Maguire 等（1996）によれば [11]、現実世界を刺激として使用すると、トポグラフィ学習において右海馬及び両側海馬傍回が活動しているからである。しかし、彼等の実験では、（ジョイスティック等を使って）被験者と（実世界であれ）世界との相互作用が無いという点は注意すべきであるとされる。

次に Aguirre 等の研究を紹介する。Aguirre と D'Esposito も VR 環境を使い、脳内の topographical representation を fMRI を使って検証している [21]。方法としては、川で二分されている“バーチャルリアリティ街”を探索するものである。街の大きさは主観的には 140m の巾がある。その中に名前がついた 16ヶ所の場所があり（小さい丸がマーカーとなっている）、道でつながっている。被験者はこの 16 個の全ての場所を見出して 15～30 分以内にゴールに到着しなければならない。被験者がよどみなく道をたどることができるようになった段階で、テスト課題を行う。

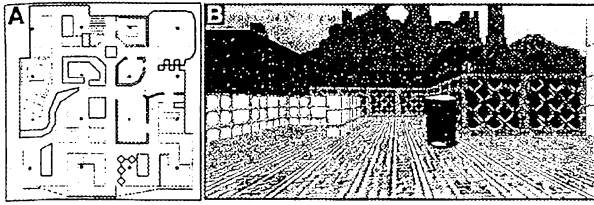


図2 バーチャルリアリティ街。被験者はスキャンニングする前に道をよどみなくたどれるよう練習しておく。(A) 街を上から見たところ。主観的には140mの巾がある。(B) 街の中のある場所。それぞれ名前のつけられた場所はマーカーで示されている (Aguirre et al., 1998 [21])。

行動課題に使われる視覚刺激は Psyscope プラットフォーム上に示される。MRI のボア内から見える視野は、水平24度、垂直8度である。被験者は4個のボタンを使って反応する。

Appearance task : この課題では場所の絵と名前が表示されている。被験者はその場所の絵と名前が同じか違うかをボタンで反応する。6例中1例のものが名前と絵が一致する。**Position task** : この課題では、絵は正しい名前と共に提示される。引き続き矢印と目標位置が示される。被験者はボタンで目標位置のある方向を示さねばならない。この課題で要求されることは、現在位置の相対的位置関係を思い起こさせることである。この他にコントロール課題が加わる。

被験者は4名で Appearance 課題 (93 ± 2%)、Position 課題 (74 ± 23%) を学習した後、fMRI で脳の活動部位を検索した結果では、運動前野と上頭頂葉 (7野) が Appearance 課題より Position 課題でより強く活動していた。頭頂葉の活動は2人では左側、他の2人では両側性であった。2人では下頭頂葉にまで活動部位が伸びていた。又、前楔状部が3人で活動していた。

一方、Appearance 課題 (Position 課題と比して) は、舌状回 (19野)、紡錘状回下部 (37野) が活動していた。又、4人中2人で両側海馬傍回が有意に活動している。その他、右の中後頭葉も両側性に活動していた。まとめると表1のようになる。

又、コントロール課題に比べて、Position 課題または Appearance 課題で有意に活動していた脳部位としては、以下のようなものであった。後頭葉が全体として広範囲に活動しているが、それらは、後頭葉内側部、後帯状回、中後頭葉、下頭頂葉、前楔状部、上頭頂葉、それに運動前野 (両側) と補足運動野も活動していた。注意すべきは、海馬傍回が両課題で活性化されていたことである。以上のことから、活動はいずれかの課題に特異性ということはない。

表1 活性化された脳部位 (Aguirre and D'Esposito, 1997 [21])

Position 課題 > Appearance 課題の場合

- 右 下頭頂葉 (7、40野)
- 左 前楔状回 (7野)
- 左 上頭頂葉 (7野)
- 左 上前頭回 (6野)
- 左 運動前野 (6野)

Appearance 課題 > Position 課題の場合

- 右 紡錘状回 (37野)
- 右 海馬傍回
- 左 舌状回 (19野)
- 右 中後頭回 (19野)
- 右 後頭葉 (19野)

この実験は、従来から言われていた [14]、"what" の情報 (ventral 下線条領外部) と "where" の情報 (doroal 上後頭頂葉) の二つの経路に分けられて処理されることに合致する結果になった。又、前者が顔認知の領域 (紡錘状回/舌状回) と重なることも指摘されている。

上記の所見は、VR 画像を使い、探索課題やナビゲーション課題を行かせた Aguirre 等 (1996) でも同様に見られていた [22]。海馬傍回が活性化されているのは注意すべき点であろう。その他の実験においても、両側海馬傍回の活動は報告されているが [11、23]、これら先行実験の結果とよく合うものである。即ち、海馬傍回の破壊で形態及び空間認知の障害が生じている [24]。こうしたことから、Aguirre と D'Esposito (1997) の実験で海馬傍回が目印 (landmark) や視覚環境の探索に関わっていると見えるだろう [22]。このことは、従来言われていた海馬に環境空間が表現されているとする O'Keefe と Nadel (1978) の仮説とは異なることになる [25]。

最後に、バーチャルリアリティ環境を使ったものではないが、少し変わったフランスの研究を紹介しておく。それは、記憶した実際の道順を、記憶に従ってたどっていくというものである (Mental navigation : [26])。これは、先に少し紹介したロンドンのタクシー運転手を使った実験と類似のものであるが、Ghaem 等の場合は、実世界の道順であり、ロンドンのタクシー運転手の場合は、ロンドン市内の道順を画像を使って行ったという違いがある。

Ghaem 等 (1997) の実験で非特異的に活性化された場所は、海馬の後部及び中部、前頭葉背側部、後帯状回

(23、30野；脳梁後膨大部)であり、mental navigationに特異的に付活化された部位としては、前楔状回(左側)、島及び海馬の中部であった[26]。似たような研究がもう一つフランスグループで行われている[27]。

ところで、今までの所見から問題となる点は、海馬傍回が“場所”の記憶にどのように関わっているかということになる。この点を(1)場所の認知、(2)遠距離又は局所的な道順の計画、(3)場所の符号化の三点の面から解析を行ったのがEpstein等(1999)である[28]。得られた結果は、海馬傍回の活動は、(1)被験者がその場所をよく知っているか否かによって左右されない。(2)その場所の風景の中を移動しても変わらない。(3)新しい風景画の方が繰り返し与えられた風景画よりも海馬傍回を活動させるというものであった。

以上の諸研究の結果から、風景の記憶(広範囲画像)と海馬・海馬傍回の活動との関係は、はっきりと決定されたといえる段階ではない。こうしたことは既にAguirre等(1997)によって指摘されたように[21]、条件設定の難しさによる。道順テスト(navigation)と目印(形態)テストとを完全に一義的に分離することが困難であるということである。以上、これら海馬・海馬傍回の実験結果から、バーチャルリアリティ画像と脳の間接関係を考える際、少なくともこれらの場所が重要であろうということだけは言えるだろう。VR画像とヒトの脳研究の現状の理解に役立っていただければ幸いである。[cf. 29、30]

3. おわりに

本間三郎・武者利光(1997)によって開発されたSSB/DT法を用い、宣言的記憶の想起、又は暗算時、脳波上に出現するwaveletsの電源解析を2-dipole法を用いた結果、いずれの場合においても、海馬にその電源が位置し、しかも6例中5例が右海馬であった。こうしたことから、先行実験で右海馬が特異的に活性化されるmental navigationの例に触れ、その際、VR環境(画像)がnavigationの実験に使われていたことから、それらの例について紹介した。いずれも海馬又は海馬傍回が活動していたが、これらの事実は、VR環境と脳活動を考える上で大きな示唆を与えるものと思われる。

参考文献

[1] 館嶂(監修・編集)：人工現実感の基礎——臨場感・現実感・存在感の本質を探る。バーチャルリアリティの基礎1、pp221、培風館(2000)

- [2] 館嶂(監修)、伊福部達(編集)：人工現実感の基礎——VRの生理・心理・社会的影響。バーチャルリアリティの基礎4、pp168、培風館(2000)
- [3] Homma, S., Nakajima, Y., Toma, S., Ito, T. and Shibata, T.: Intracerebral source localization of mental process-related potentials elicited prior to mental sweating response in humans, *Neurosci. Lett.*, 247, pp25-28 (1998)
- [4] Homma, S., Matsunami, K., Han, X.Y. and Deguchi, K.: Hippocampus in relation to mental sweating response evoked memory recall and mental calculation: A human electroencephalography study with dipole tracing, *Neurosci. Lett.*, 305, pp1-4 (2001)
- [5] 本間三郎(編著)：脳内電位発生源の特定——脳波双極子追跡、日本評論社、pp169 (1997)
- [6] 本間三郎、武者利光：双極子追跡法の開発、本間三郎(編著)脳内電位発生源の特定——脳波双極子追跡、日本評論社、pp3-12 (1997)
- [7] 松波謙一、韓曉燕、岡本良夫、出口一樹、本間三郎：脳波を用いた脳内電流双極子発生源の特定について——SSB/DT法、日本バーチャルリアリティ学会誌、第5巻、2号、pp867-874 (2000)
- [8] Milner, B., Corkin, S., Teuber, H.L.: Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: 14-year follow-up study of H.M., *Neuropsychol.*, 6, pp215-234 (1968)
- [9] Bechara, D., Tranel, H., Damasio, R., Adolphs, C., Rockland, A. and Damasio, A.R.: Double dissociation of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in humans, *Science*, 269, pp1115-1118 (1995)
- [10] Lepage, M., Habib, R., Tulving, E.: Hippocampal activations of memory encoding and retrieval: The HIPER model, *Hippocampus*, 8, pp313-322 (1998)
- [11] Maguire, E.A., Frackowiak, R.S.J. and Frith, C.D.: Learning to find your way: A role for the human hippocampal formation, *Proc. Roy. Soc. Lond, B* 263, pp1745-1750 (1996)
- [12] Maguire, E.A., Frackowiak, R.S.J. and Frith, C.D.: Recalling routes around London: Activation of the right hippocampus in taxi drivers, *J. Neurosci.*, 17, pp7103-7110 (1997)
- [13] Maguire, E.A., Frith, C.D., Burgess, N., Donnett,

- J.G. and O'Keefe, J.: Knowing where things are: Parahippocampal involvement in encoding object locations in virtual large-scale space, *J. Cog. neurosci.*, 10, pp61-76 (1998)
- [14] Mishkin, M., Ungerleider, L.G. and Macko, K.A.: Object vision and spatial vision: Two cortical pathways, *TiNS*, 6, pp414-417 (1983)
- [15] Haxby, J.V., Grady, C.I., Horowitz, B., Ungerleider, L.G., Mishkin, M., Carlson, R.E., Herscovitch, P., Shapiro, M.B. and Rapoport, S.I.: Dissociation of object and spatial vision processing pathways in human extrastriate cortex, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 88, pp1621-1625 (1991)
- [16] Price, C.J., Moore, C.J., Humphreys, H.W., Frackowiak, R.S. and Friston, K.J.: The neural regions sustaining object recognition and naming, *Proc. Roy. Soc. Lond, B* 263, pp1501-1507 (1996)
- [17] Martin, A., Wiggs, C., Ungerleider, L. and Haxby, J.: Neural correlates of category specific knowledge, *Nature*, 379, pp649-652 (1995)
- [18] Tulving, E., Markowitsch, H.J., Kapur, S., Habib, R. and Houle, S.: Novelty encoding networks in the human brain: Positron emission tomography data, *NeuroReport*, 5, pp2525-2528 (1994)
- [19] Sergent, J., Ohta, S., and MacDonald, B.: Functional neuroanatomy of face and object processing, *Brain*, 115, pp15-36 (1992)
- [20] Owen, A.M., Milner, B., Petrides, M. and Evans, A.C.: The role of the right hippocampal region in the encoding and recall of object-location: A PET study, *Society for Neuroscience*, 21, pp1211 (1995)
- [21] Aguirre, G.K., and D'Esposito, M.: Environmental knowledge is subserved by separable dorsal/ventral neural areas, *J. Neurosci.*, 17, pp2512-2518 (1997)
- [22] Aguirre, G.K., Detre, J.A., Alsop, D.C. and D'Esposito, M.: The parahippocampus subserves topographical learning in man, *Cerebral Cortex*, 6, pp823-829 (1996)
- [23] Aguirre, G.K., Zarahn, E. and D'Esposito, M.: Neural components of topographical representation, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 95, pp839-846 (1998)
- [24] Habib, M. and Sirigu, A.: Pure topographical disorientation: A definition and anatomical basis, *Cortex*, 23, pp73-85 (1987)
- [25] O'Keefe, J. and Nadel, L.: *The Hippocampus as a cognitive map*, Oxford, Clarendon (1978)
- [26] Ghaem, O., Mellet, E., Crivello, F., Tzourio, N., Mayer, B., Berthoz, A. and Denis, M.: Mental navigation along memorized routes activates the hippocampus, precuneus, and insula, *NeuroReport*, 8, pp739-744 (1997)
- [27] Gaunet, F., Vidal, M., Kemeny, A. and Berthoz, A.: Active, passive and snapshot exploration in a virtual environment: influence on scene memory, reorientation and path memory, *Cog. Brain Res.*, 11, pp409-420 (2001)
- [28] Epstein, R., Harris, A., Stanley, D. and Kanwisher, N.: The parahippocampal place area: Recognition, navigation, or encoding?, *Neuron*, 23, pp115-125 (1999)
- [29] Maguire, E.A., Burgess, N., Donnett, J.G., Frackowiak, S.J., Frith, C.D. and O'Keefe, J.: Knowing where and getting there: A human navigation network, *Science*, 280, pp9211-924 (1998)
- [30] Aguirre, G.K. and D'Esposito, M.: Topographical disorientation — a synthesis and taxonomy, *Brain*, 122, pp1613-1628 (1999)

【略歴】

昭和44年3月東京大学大学院医学系研究科修了。7月京都大学霊長類研究所助手。昭和49年3月同研究所助教授。昭和60年7月岐阜大学医学部附属反射研究施設教授。昭和61年10月同研究施設施設長。平成13年4月岐阜県科学技術振興センター学術参与。