

David Marr : Vision : A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information

W. H. Freeman and Company (1982)

1980年代半ば、京都大学の大学院生であった私は、David Marrの著書Visionに出会い、強い衝撃を受けた。当時、私は専攻を物理学から認知科学・脳科学に移し、新しい研究分野の開拓を志していた。既存の研究の枠組みに物足りなさを感じていた私を、独創的な発想に溢れた本書は夢中にさせてくれた。本書の関連論文を読み漁る中で、次第に本書の面白さを多くの人に伝えねばという使命感に駆られ、当時、助手をしておられた乾敏郎氏（現在、京都大学大学院情報学研究科教授）とともに本書の邦訳に取り組み、「ビジョナー視覚の計算理論と脳内表現-」を1987年に産業図書から刊行した。

本書は、私のみならず、脳科学、心理学、認知科学、計算機科学に携わる広い分野の研究者に大きな影響を与えてきた。一体、本書の何が多くの研究者を引き付けたのであろうか。Marrは視覚の計算理論を提唱したが、本書に数式はほとんど出てこない。つまり、本書が書かれた意図は、数理モデルの提案自体にあったのではなく、視覚とはそもそも何なのか、何を問題にすべきなのか、どうすればそれが解明できるのか、といった新しい研究パラダイムの提唱にあった。視覚という謎に満ちた存在を根源から問う気迫が、多くの人々の心を突き動かしたのである。

本書で述べられている主張は次の3点に集約される。第1は、情報処理系を理解する3つの水準に関するものである。Marrは、計算目標・方略を理解する計算理論、入出力表現と変換アルゴリズム、ハードウェアによる実現様式の3水準での理解の必要性を説いた。特に、最上位の計算理論は脳や計算機といったハードウェアに依存しないと考えた点に独自性がある。第2は、視覚情報処理の枠組みに関するものである。Marrは、明るさ変化の記述（原始スケッチ）、表面再構成（2½次元スケッチ）から物体認識（3次元モデル）に至るボトムアップ処理の重要性を指摘した。特に、脳は外界の物理的制約（表面の滑らかさや剛体性）を拘束条件として組み込むことで安定した解を一意的に得ていると考えた。第3は、研究の方法論に関するものである。Marrは、心理学、神経生理学、計算機科学などの異分野が互いに補完・協調して研究を推進する必要性を喚起し、学際的な研究領域を

切り開いた。

本書の刊行から20年余りが経過した現在、本書の意義はどこにあるのだろうか。本書に触発されて発展した研究は膨大に存在し、その内容も多岐に渡っている。たとえば、画像から3次元を推定するさまざまなアルゴリズムが考案され、物体認識の脳機構まで実験的に検討されるようになった。また、視覚心理物理学の一流誌Vision Researchに計算モデルのセクションが追加されるなど、心理学・生理学の研究者と計算理論・人工視覚の研究者の間で、実質的な議論ができる時代になった。その意味で、20数年の時を経て、本書の狙いは自然と浸透してきたと感じる。

しかし一方、本書に描かれた枠組みの限界を指摘することもできる。たとえば、本書では、視覚の学習機構、記憶想起にかかわるトップダウン処理、視覚と他の感覚モダリティとの統合機構、運動・行動にかかわる能動的な視覚処理など、現在では重要と考えられる問題にほとんど触れられていない。さらに、現在では、脳活動イメージング、仮想現実生成、ロボティクスなど新しい技術の発展が、本書には書かれていない研究手法を提供しているのである。

Marrは1980年11月、35歳の若さで急逝した。もし白血病という病魔に倒れなかったら、その後、彼は何をしていただろうか。私が思うに、Marrは次のテーマに果敢に挑戦しながら、自ら構築した理論の問題点を注意深く検討し、新たな枠組みを再構築していったのではないかと感じる。実際、彼は1974年に提案した明度計算の網膜モデルを後に自ら誤りだったと指摘し、新たな理論を模索している。また、1976年に発表した両眼立体視の協調アルゴリズムの限界を悟ると、3年後には新しいアルゴリズムを提案しているのである。そう考えると、我々は、本書をバイブルとして盲信したり、あるいは逆に過去の遺物として排斥するのではなく、むしろ本書の本質を見極めつつ、その限界を打開する新たなパラダイムの構築に立ち向かうことが求められているのではないかと思えるのである。

（平成16年12月17日受付）

安藤広志 / ATR 人間情報科学研究所
ando@atr.jp