



# 汎光線時空間 (PoTS) 映像学 の提案

基  
般

斎藤英雄 (慶應義塾大学理工学部) 田村秀行 (立命館大学総合科学技術研究機構)

## PoTS 映像学の提唱：源流は光線空間と Virtualized Reality

我々は、今後数十年に渡り、映像情報メディア技術の中心的な新技術となるであろう「汎光線時空間 (Plen-optic Time Space : PoTS) 映像学」を提唱し、その技術体系の構築を目指している。多数のカメラやセンサで捉えた映像データを、時空間を飛び交う光線の集合として扱い、光線群の物理的・空間的・時間的属性を考慮した、しかるべき計算処理により、新たな自由視点映像や自由焦点映像を再構成する方法を総合的に研究する。

その源流を求めて時代を遡ると、1990年代の2つの着想に辿り着く。一方は、東大・原島博教授の研究室が推進した知的画像符号化研究から生まれた「光線空間 (Ray Space) 法」であり、他方は、米国カーネギーメロン大学で金出武雄教授が提唱された「Virtualized Reality」である。

前者は「3次元統合画像通信の構想」<sup>1)</sup>から生まれた。撮影・表示デバイスに依存しない中立的な表現として、3次元空間から放射される「光線情報」を記述し、符号化するアイデアが提案された。空間中の位置 (3次元) とそれが進む方向 (2次元) の5次元の関数で光線を表現する方法である。具体的な実現方法として、基準面を設けて多数視点からの画像として光線群を記録できれば、元のカメラ位置にはない視点の画像が計算処理で再構成できるという特徴があった。

光線空間法が静的な光景を対象としていたのに対して、後者の「Virtualized Reality」は最初から動的な光景を対象として、これを多数のビデオカメラで撮影し、計算処理で任意視点の仮想カメラ映像 (動画)

を生成・表示することを目指していた<sup>2)</sup>。具体的には、多数のビデオカメラが捉えた映像を同数のVTRで記録し、マルチベースライン・ステレオ法で距離画像を計算し、そこから得た3次元形状モデルを介して、所望のシーンをリアルに再現する方法が採られた。

## 実写ベースの自由視点映像技術

光線空間法とほぼ同じ時期に、米国スタンフォード大学の Marc Levoy らも、系統的に観測した多数の光線情報から、任意視点の画像を再構成する Light Field Rendering (LFR) 法を考案していた<sup>3)</sup>。光線空間法と LFR 法は、光線記述の方式が若干異なるだけで、実質的には等価である。いずれも7次元の Plenoptic Function を縮退させた表現方法であり、幾何形状モデルを明示的に持たない Image Based Rendering 手法として、CG分野で注目を集めた。

光線空間法は、その後、名古屋大学で動的対象を扱う100眼カメラアレイの構築、多眼立体視を実現する Free-viewpoint Television (FTV) 構想へと発展した。LFR 法もさまざまな後続研究が登場し、手法の改良が進んでいる。近年、焦点が合う位置を撮影後に変更できる Light Field Camera なる製品も生まれている。

一方の Virtualized Reality にも、数多くの類似研究が登場した。米国カリフォルニア大学サンディエゴ校、英国サリー大学、フランス国立情報学自動制御研究所 (INRIA)、我が国では京大、NHK 技研等で活発に研究された。3次元モデルの計算方法や実写テクスチャのマッピング方法に違いがあるが、大きな目的は同じである。やがて、この分野は「3次元ビデオ」と呼ばれることが一般的になった。すでに商用サービスも始まっている。

PoTS 映像学のこの2つの源流の厳密な定義や最近の研究動向は、本稿に続く解説で語られているので、ここでは映像メディア学の視点から、その意義と魅力を語ることにする。

両者の手法的な違いは、画像再構成に幾何形状モデルを介するか否かだが、共通点は多数のカメラで観測

された画像／映像データから計算処理によって自由視点（任意視点）映像を生成できることである。CGであれば当然の属性だが、これを実写データで実現できることに大なる意味があった。すなわち、実在の光景や事象を丸ごと記録し、後で好みの視点から眺めることができるわけである。

たとえば、映画やビデオゲームで多用されているモーションキャプチャ装置は、動きをデジタル記録できるが、特殊スーツを着用する必要があった。PoTS 映像技術を利用すれば、着衣のままの人間の動作を記録できる。これは映画制作にも伝統芸能の記録・観察・分析にも利用できる。また、顕微鏡で観た発生過程細胞の動きや、人工衛星から捉えた農作物の成育状況も多視点で動的に再構成表示できるなど、さまざまな用途が考えられる。

## 映像新時代に向けて

PoTS 映像学は、従来の写真術、映画・TV 技術では成し得なかった総合的な映像の技術体系であり、その概念図を図-1 に示す。従来、規則的配列で同期した多視点映像が主対象であったが、非整列・非同期・非定形のカメラ配置やカメラワークまでを扱

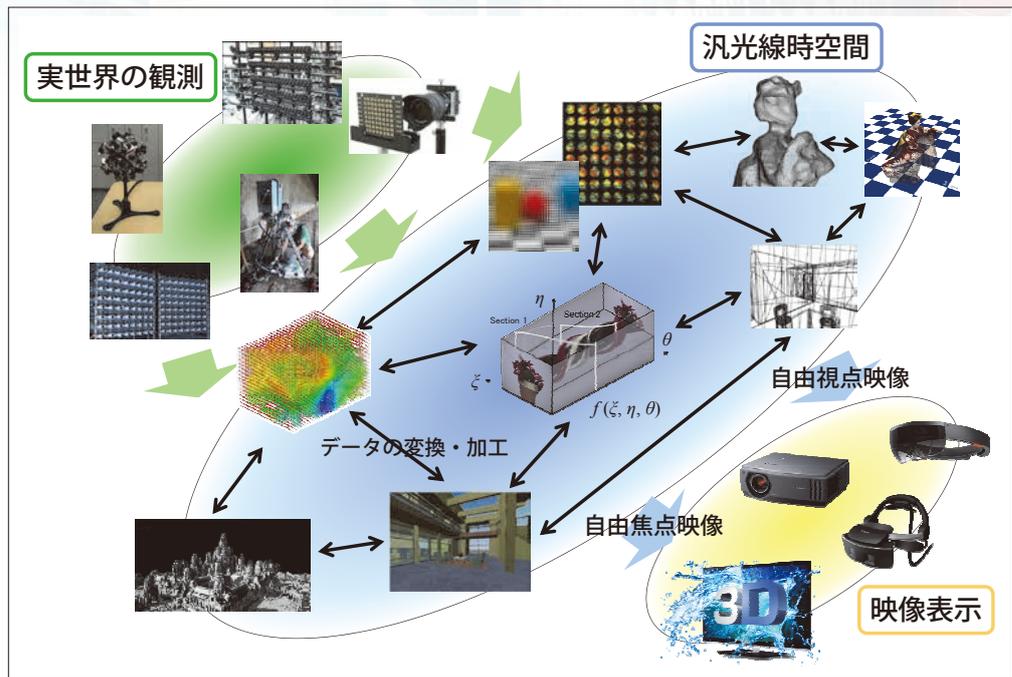


図-1 PoTS 映像学の概念図

えるように拡張する。さらに、時間的・空間的に離れて観測した映像群の融合・加工へと発展させることで、技術体系を強化する。

これを、理論面と実利用面の両方から研究するため、2016 年度から電子情報通信学会に PoTS 映像学時限研究専門委員会が発足した。その応用範囲は、あらゆる科学技術データの観察・可視化から、防犯・防災、医療・福祉、農業・水産業、芸術・娯楽分野に及ぶと考えられるので、関連学会・研究会と連携した活動を計画している。

### 参考文献

- 1) 原島 博, 藤井俊彰, 苗村 健: 三次元統合通信の構想, 信学技報, HC92-58 (1993).
- 2) Kanade, T., Narayanan, P. J. and Rander, P. W.: Virtualized Reality: Concepts and Early Results, Proc. IEEE Workshop on Representation of Visual Scenes (VSR '95), pp.69-76 (1995).
- 3) Levoy, M. and Hanrahan, P.: Light Field Rendering, Proc. ACM SIGGRAPH, pp.31-42 (1996).

(2016 年 7 月 5 日受付)

高藤英雄 (正会員) ■ hs@keio.jp

1987 年慶應義塾大学・理工・電気卒業。1992 年同大学院博士後期課程了。博士 (工学)。同助手, 専任講師, 助教授を経て, 2006 年より教授。現在, 電子情報通信学会 ISS 副会長, PoTS 時限研究専門委員会委員長, VR 学会フェロー, VR 学会優秀論文賞等受賞。

田村秀行 (正会員) ■ HideyTamura@acm.org

1970 年京都大学・工・電気卒業。工業技術院電子技術総合研究所主任研究官, キヤノン (株) 情報メディア研究所長等を経て, 2003 年より立命館大学教授。工学博士。電子情報通信学会 & VR 学会フェロー。本会論文賞等受賞。