

人工現実感とトレイグジスタンス

館 暉

東京大学先端科学技術センター教授

1. はじめに

最近、種々様々な分野でバーチャルリアリティの本格的な応用が模索され、米国や我が国では本格的な国家プロジェクトも計画されている。この分野における世界最大かつ最高の権威を有するIEEE（米国電気電子工学会）は、昨年9月にシアトル市でバーチャルリアリティの年次国際学術講演会（VRAIS）を開始するとともに、全会員に配付するスペクトラムという学会誌の10月号にバーチャルリアリティを特集して大々的に扱うなど、アカデミズムの世界でもバーチャルリアリティが認知され、大いに注目されるに至った。

そもそもバーチャルリアリティという言葉が使われ始めたのは、米国のVPL社がデータグローブやアイフォンなどの製品を市販し始めた1989年からであり、ゲームへの応用とあいまって一般に知られるようになった。しかし、バーチャルリアリティの考えの起源は1968年のサザランドの頭部搭載型ディスプレイの研究にまで遡り、コンピュータグラフィックスに源流を持つジェネリックテクノロジーの一つである。その後、我が国からは1982年にトレイグジスタンス、米国からは1983年にテレプレゼンスの概念が提唱され、それぞれ極限作業ロボットと宇宙開発に関連して発展した。

一方、芸術の分野においても、1983年にアーティフィシャルリアリの考え方が提唱されている^{1, 2, 3)}。これらは一言でいうならば、従来人間が機械に自らを合わせるという人間側の負担を前提にして成り立っていたマンマシーンインタフェースの形態を脱却して、逆に機械の方から人間へ無限に歩み寄る、いわゆるサイバネティクインタフェースの究極としてバーチャルリアリティが模索されていると解釈できる。

実用的見地からみると、近年、コンピュータやセンサーなどの技術が急速に進展し、また人間科学の進展による人間感覚などの知見の蓄積が進み、今までは非現実的な夢とされていたバーチャルリアリティの方法論が急速に現実味を増してきている点が挙げられる。そこで、今までは独立に発祥し進展してきた多くの分野がバーチャルリアリティを注目し、これを21世紀へのキーテクノロジーとして認識し始め、それに伴い各分野に関連する企業においてもバーチャルリアリティの研究開発が精力的に繰り広げられるようになったのである。

しかも、単にこれらの分野で共通の概念が育ってきただけではなく、バーチャルリアリティはそもそも共通となりうる基礎技術を内包しており、一つの分野で開発された技術が他の分野でもそのまま利用できるのも、それらをまとめて一つの技術体系として研究開発することが重要かつ緊要となっている。従って内外の学界でも、この人工現実感を重要な研究分野として認識し、盛んに研究が進められ始めている。本講演では、このバーチャルリアリティの現状を概観し将来を展望する。

2. バーチャルリアリティとは

バーチャルリアリティのバーチャルは、日本では実際には存在しない架空ないしは虚構を意味するように解釈されているようであるが、もともとの英語の意味はそうではない。バーチャルとは「実際の事実、形ないしは名前ではないが、実際の効果としては存在したり、結果として生じること」を意味する。バーチャルが用いられた例として、旧くは虚像と訳されたバーチャルイメージという用語がある。「虚像」は、そこに像が実際にあるわけではないが、レンズや鏡の働きで実際の像があるのと全く同等の効果を及ぼす像であることは周知の通りであり、これがまさにバーチャルの意味するところである。しかし、これを「虚」と誤訳したために、バーチャルがイマジナリのように日本人には感じられるようになったらしい。バーチャルが「仮想」と訳されたのは「仮想仕事の原理」や「仮想メモリ」などで、バーチャルは現在では仮想と訳されることが多いが、仮想という言葉も「仮想敵国」などは、ポテンシャルエニミあるいはサポーズドエニミであり、決してバー

チャルエニミイとは言わないことから分かるように、必ずしも適切ではない。バーチャルの意味は、“仮想”というよりは限りなく実際であり“実質的”“実効的”というほうが原義には近い。

このように、バーチャルリアリティとは「実際の現実、実存ないしは現物ではないが、実効的には現実であり、存在し、現物であること、ないしは人間がそのように感じること」である。具体的には、人間が今現在、実際に存在している環境以外の仮想環境を、あたかもそれが現実の環境のような感覚を持って体験し、かつその仮想環境で行動することを可能とすることをめざした新しい技術であり、人工現実感とも呼ばれる。

一方、トレイグジスタンスは、人間が従来の時空の制約から開放され、時間と空間ないしはそれらの両者を隔てた環境に仮想的に存在することを目指す新しい概念である。従って人工現実感とトレイグジスタンスは、両者とも本質的には同一の概念を別の観点から言い表している。

このバーチャルリアリティを大別すると、ロボットを媒体として、人間が現在存在しているのとは別に存在する実世界の仮想環境が伝達され生じる現実感と、コンピュータ等の創製した実際に存在しない、しかし極めて現実味の溢れる構成された現実感とに分かれる。さらに、構成された仮想世界が実世界のモデルとなっている場合と、実世界とは全く掛け離れた虚世界の場合がある。図1にそれらを分類して示している。また、この仮想環境に入り込む人が一人の場合、特定多数の場合、さらに不特定多数の場合で状況が異なる。図の中ではそれぞれについて応用例を挙げてある。

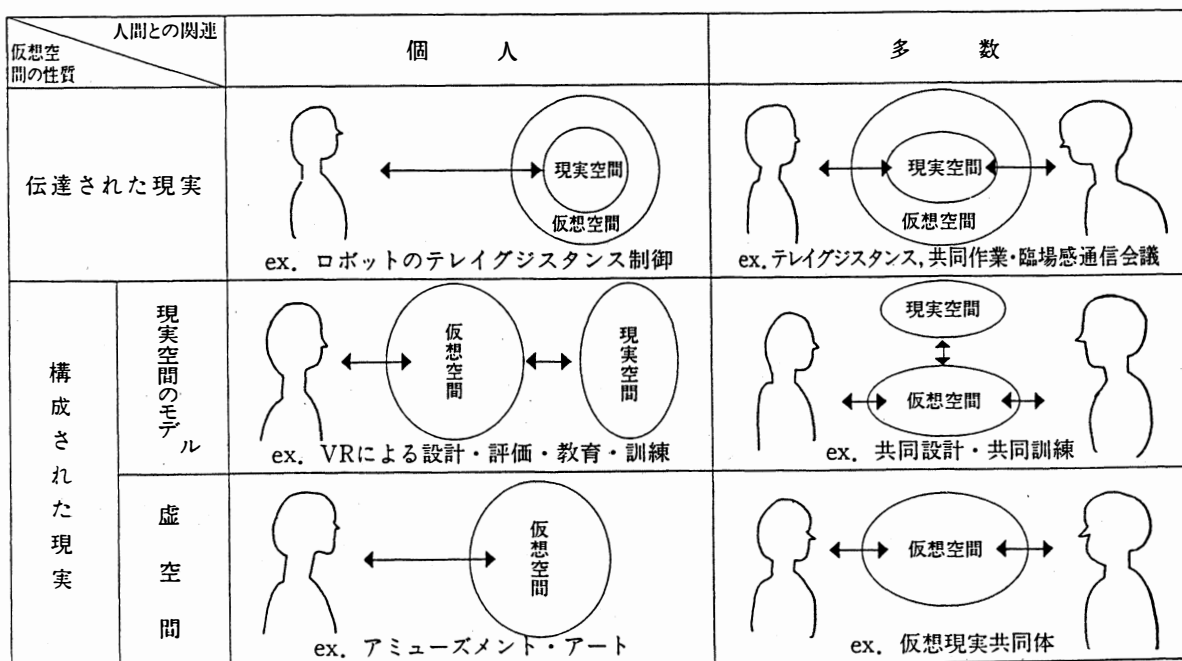


図1：人工現実感の分類

3. バーチャルリアリティの特徴

バーチャルリアリティの最も特徴的な点は、人間が仮想存在する仮想環境が

- (1) 人間にとって自然な三次元空間を構成しており（臨場感）、
 - (2) 人間がその中で自由に行動でき、しかもその仮想環境との相互作用が自然な形で実時間に生じ（実時間インタラクション）、
 - (3) その環境への自己投射がある（自己投射性）ことである。
- そのような3要素を実現するためのシステム構成を図2に示す。

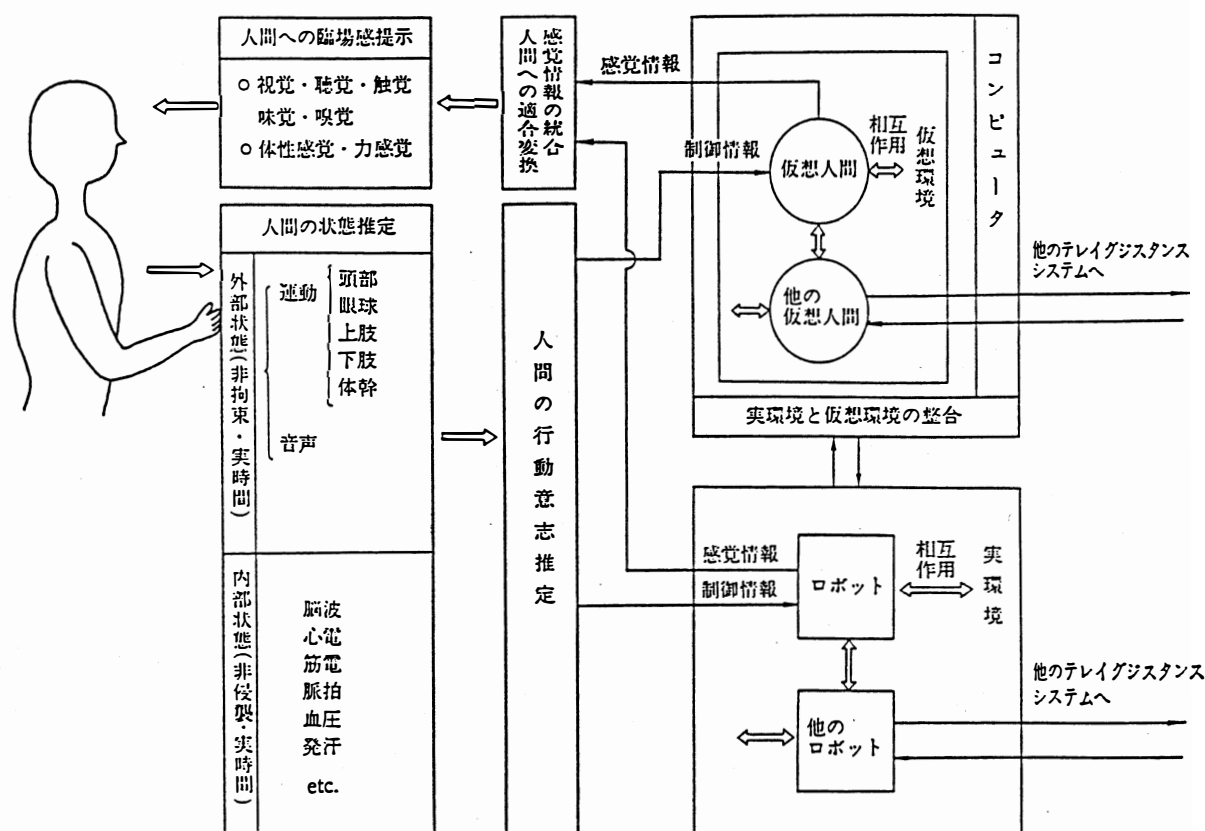


図2：人工現実感システムの構成

4. バーチャルリアリティ技術の進展

現在、人工現実感ないしはトレイグジスタンスが世界中で注目されている。その理由の一つに、今までは全く別の分野とされていた多くの重要な領域での関心が、人工現実感の概念で統合しうる一つの目標を目指して進展している事が挙げられる。

例えばロボットの遠隔制御の分野では、図3に示すように、第3次世界大戦後の原子力技術の進展及び義手等の身障者用補装具と関連して生じたテレオペレーション技術が、70年代になってロボット技術を加味して管理制御に進展した。しかし、直接的な操作の良さが捨てられず、エグゾスケルトン型人力増幅機の開発も進められた。それらが、いわば止揚された形で出現した概念がトレイグジスタンスであり、80年代以降急速に発展してきた。この流れは、ロボットの生み出すバーチャルリアリティの世界へと着実に向かっている。図4に、著者の研究室で研究中のトレイグジスタンス・マニピュレーション・システムの概観を示す。

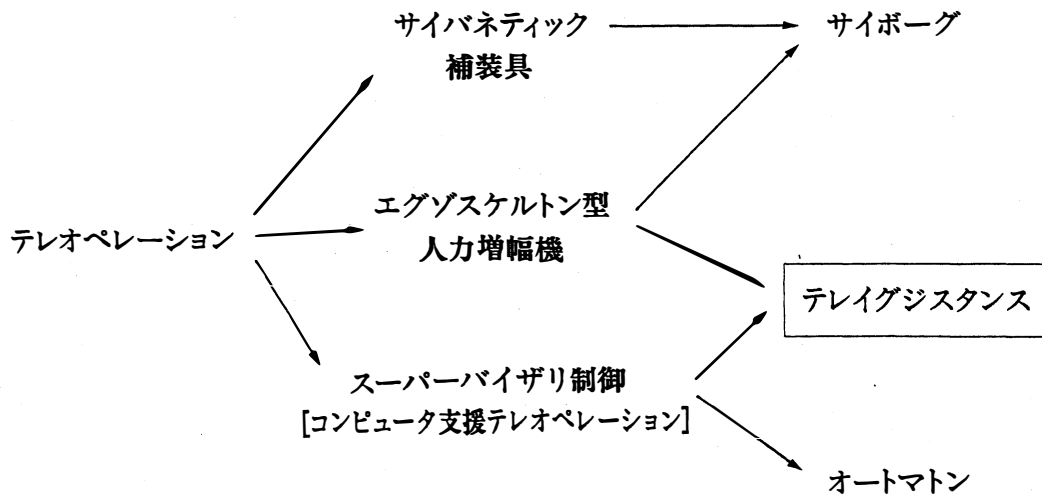


図3：ロボット分野におけるトレイグジスタンスの進展

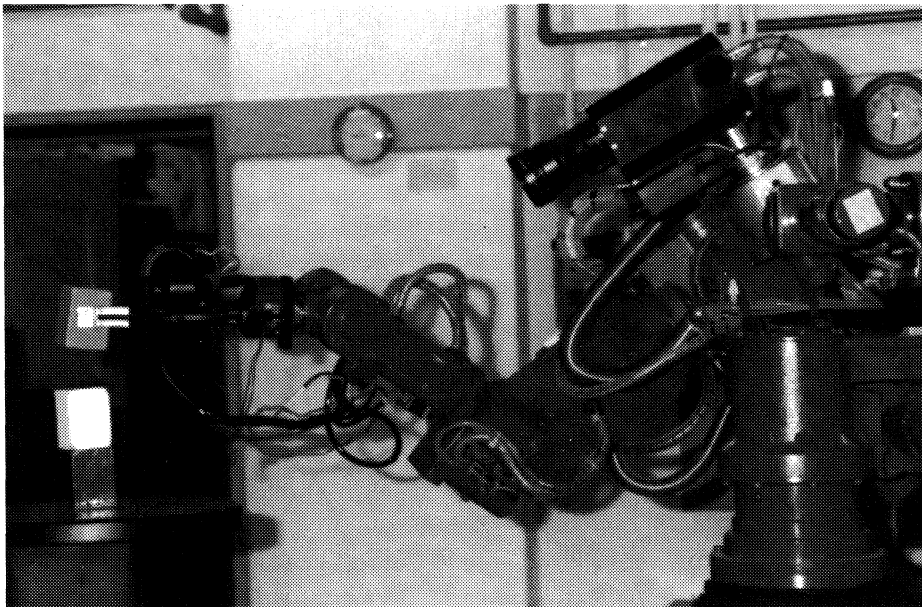


図4：トレイグジスタンスの構成例

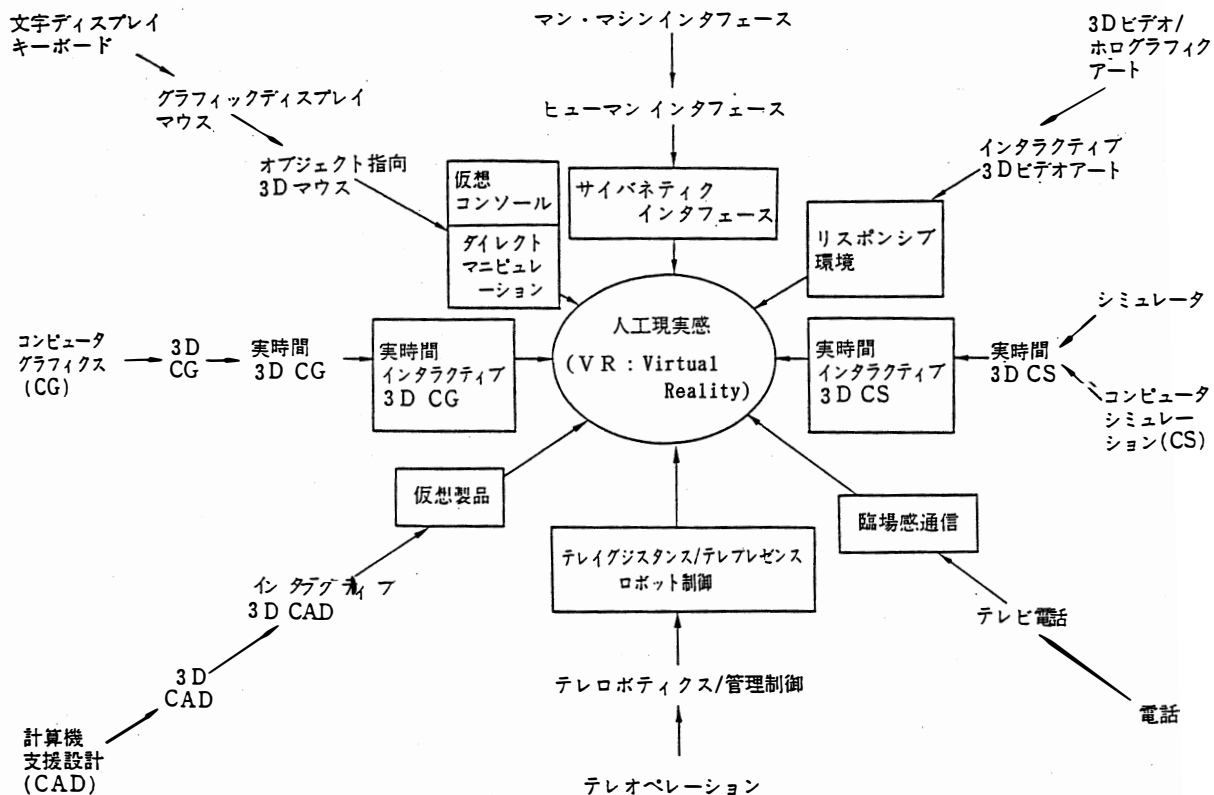


図5：人工現実感への進展

図5に、種々の分野における人工現実感への進展の様子を示す。例えば、設計・生産の分野においてバーチャルリアリティに向けた進展が見られる。CGにおいてはソリッドモデルにパースペクティブ変換を施し陰影を付けて提示する、従来の2.5次元の世界から立体視可能な3次元へ進み、さらに人間の視点により変化して、ホログラフィーのように回り込んで観察することもできるインタラクティブな3次元へと進展してきている。CADの分野でも、上記のCGに触覚や力感覚のフィードバックを加え、仮想製品による設計支援や評価を模索し始めている。仮想製品を用いれば、実際に製品をつくる前に充分に使用感を評価して、それによって自由に設計変更が可能であり、変更したデータは計算機に蓄えられているのでCIMとつなげば、そのまま実際製品を製作できる。人間にとって真に使いやすい製品、あるいは将来必要性の増すと思われる個人個人の適性や個性に合った製品などへの応用を求めて、この分野でもバーチャルリアリティが求められ始めている。

コンピュータの分野におけるヒューマンインタフェースにおいても、従来のキーボードと文字による表示から、アイコンなどのグラフィックスによる表示とマウスによる入力へと進展し、さらにマルチメディアディスプレイとオブジェクト指向や3Dマウスやダイレクトマニピュレーションを経て、仮想ディスプレイによる出力や仮想コンソールによる入力などが提唱され始めている。このようにコンピュータの人間とのインタフェースもバーチャルリアリティを一つのターゲットとしている。

シミュレーションの分野でも、実時間かつ実体験に近い実時間インタラクティブな3Dのコンピュータシミュレーションが急速に進展している。具体的には、仮想風洞などを好例とする人工現実感型シミュレーションや仮想コックピットで代表される人工現実感シミュレータなどが挙げられる。

芸術やアミューズメントの分野でも、今までの芸術表現を超えた新しい芸術のメディア

としての人工現実感が盛んになっている。

通信の分野でも同様に、電話がテレビ電話となり、さらに臨場感を増した臨場感通信が将来のISDN時代を睨んで真剣に研究されている。コンピュータ通信によるいわゆるネットワーク・リアリティも重要である（図6）。（因みに本年5月NTTが中心となってネットワーク・リアリティのワークショップが東京で開催される）。

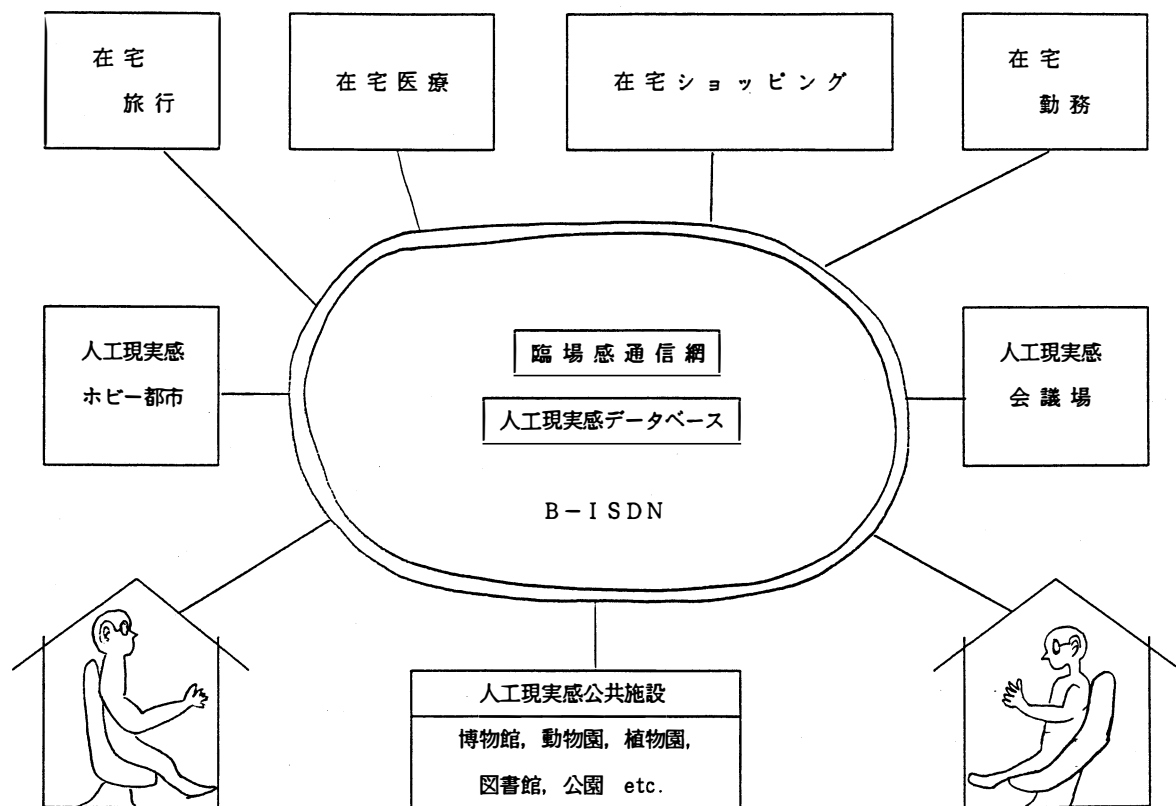


図6：ネットワーク・リアリティ

5. むすび

バーチャルリアリティへの産業応用は着実に進んでおり、我が国では1991年から人工現実感とテレプレゼンスの国際会議（ICAT）が毎年開かれ、昨年6月からは幕張メッセにおいて産業用バーチャルリアリティ展（IVR）が開催されている。また、通産省ではこの4月からバーチャルリアリティの国家プロジェクトの開始を計画している。

一方、米国では国立科学アカデミー（NAS）と国立科学財団（NSF）が昨年から特別調査研究委員会を発足させ国家規模のプロジェクトを計画するなど新しい発展への展開をみせつつあり、バーチャルリアリティの今後が期待される。

〔 参考文献 〕

- 1) 舘 暲、阿部 稔：テレプレゼンスの研究・第1報－視覚ディスプレイの設計－、第21回計測自動制御学会・学術講演会予稿集、pp.167-168（1982-07）。
- 2) 舘 暲、廣岡通孝：バーチャル・テック・ラボ、工業調査会、1992。
- 3) 舘 暲、人工現実感、日刊工業新聞社、12992。