

科学技術と文化芸術の交流・共創 による新たな施策展開

文化芸術的価値の創出に資する科学技術



平成19年3月

財団法人 未来工学研究所

本報告書は、文部科学省の科学技術調査資料作成委託費による委託業務として、財団法人未来工学研究所が実施した平成18年度「デジタルコンテンツ創造に資する科学技術のアジア連携方策に関する調査・分析」の成果をとりまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、文部科学省に帰属しており、本報告書の全部または一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、文部科学省の承認手続きが必要です。

はじめに

これまで人間は、科学技術を使って、様々の「価値」を生み出してきた。一方、21世紀に入ってからの近年においては、国民の大多数は「モノの豊かさ」から、「心の豊かさ」を求めている。科学技術が果たすべき役割も、知的価値、経済的価値、社会的価値に加えて、「文化芸術的価値」の実現に貢献することが期待されるようになった現われでもある。本来、芸術も科学も、その昔、ともに‘ars’（技）と呼ばれていたものが、長い間に分化していったとされる。文化芸術と科学技術の融合の観点から、先端的科学技術を人々の生活や社会活動に生かしていくことが、心豊かな社会の実現に大きく貢献するものと考えられる。更に、デジタルコンテンツ等の文化資源は、経済的にも高い価値を有しており、今後の我が国経済を牽引する役割も期待されている。

本報告書は、このような社会情勢を踏まえ、2011年からスタートする第4期科学技術基本計画を目標に、政策的ハイライトを当てる価値の一つに、「文化芸術的価値」を取り上げ、来る次世代の科学技術政策に資する基礎資料となることを念頭にまとめたものである。特に科学技術と文化芸術の交流・共創という視点からは、様々の領域が融合する場所が考えられる。研究会では、両者の相互作用の大きさや深さ、社会的関心の広がりなどから、「メディアアート」あるいは「デジタルコンテンツ」を主要な検討領域として設定し、内外の最新研究開発動向や技術的・制度的課題などを踏まえた上で、第4期科学技術基本計画を視野に入れた新たな政策展開の方向性及びその推進方策を検討した。また、日本国内だけでなく、国際的展開とりわけアジア諸国との連携の可能性についても、多角的な観点から検討を行った。

研究会の検討は、有識者からなる「次世代デジタルコンテンツ研究会」（委員長：砂田向壺 九州大学大学院芸術工学研究院特任教授、他委員名簿別紙紹介）における発表・討議をベースに、内外専門家・研究者へのインタビュー、内外の先進事例調査、各種統計・予測データの収集・解析などを行い本書にまとめることができた。ここに改めて、関係各位のご協力に感謝の意を表する次第である。

2007年3月

財団法人 未来工学研究所

ごあいさつ

「次世代デジタルコンテンツ研究会」では、我が国が世界を魅了しているデジタルコンテンツや、メディア芸術等のソフトパワーの国際競争力を向上させるため、付加価値を高める科学技術の調査に尽力してきた。本研究会では、まず、かつて日本の対米輸出品目中、鉄鋼の3倍あるといわれた日本製アニメ等のデジタルコンテンツの現在の輸出高や成長性といった産業面に注目した。また、映画、アニメーション、CGアート、ゲームソフトなど電子機器（コンピュータ、デジタル機器）を駆使するメディア芸術と、その周辺の科学技術の関わり方も主な議論の対象として検討を重ねてきた。更に、我が国の独自性を発揮するために今後先導していく、もしくは新たに立ち上がることが予想される研究開発領域を、より具体的に特定する調査にも重きを置いてきた。本報告書は、このような検討のプロセスから垣間見た新たな分野の可能性をまとめたものである。

さらに日本の立ち位置を予測すると、決して楽観視はできない現実にも注目した。特に、2010年の上海万博を控え台頭する中国の存在が挙げられる。文化芸術の振興を国策とするフランスをはじめとするグローバリズムの影響、韓国ゲームソフト業界が中国において政府合同で仕掛ける振興戦略、中韓合同ですすめるマルチメディア教育の展開などを見るにつけ、日本のメディア芸術の勢いに陰りを感じると言っても過言ではない。これは世界最大のCGの学会であるSIGGRAPHの採用論文数の数にも顕著な変化として表れている。昨年の学会で中国が採用されたメディア芸術系の論文は、日本の3倍の勢いである。ただし日本製のDVD、デジタルカメラ、フラットテレビジョンや画像処理技術、音声処理技術の進化は、日本における仮想現実感(バーチャルリアリティ、VR)技術の精度向上も加勢して、「実写とCG、VR技術を組み合わせたマルチモーダル(さまざまな感覚系)」の大容量デジタルコンテンツ作品に仕上げる技術力は圧倒的強さだ。これらの大容量デジタルコンテンツ作品は、整った通信インフラの下で見られる我が国の強みだ。応用されるメディア芸術は多分野技術で集成された領域であり、創造活動にはデジタル技術以外に、作者の感性が強く要求される。

世界をリードする日本のユビキタス技術に例えると、我が国由来の「遊び」の文化が、日本人固有の美意識や感性が遺伝子としてコンピュータに密接に関わった表れだろう。科学技術が文化芸術的価値を創造する一つとして、既往の学問分野に収めないことが重要になっている。つまり人間を中心に据える、新しい融合領域の研究分野の鍵となる次世代の政策が期待されている。拙いあいさつ文で甚だ恐縮ながら、本報告書に表しきれない多大なご協力いただいた各位に、本紙面をお借りして心から厚く謝意を表します。

2007年3月

次世代デジタルコンテンツ研究会 委員長 砂田向壱

○次世代デジタルコンテンツ研究会

(委員長)

砂田 向壺 九州大学大学院芸術工学研究院特任教授

(委員、順不同)

廣瀬 通孝 東京大学情報理工学系研究科 教授

東倉 洋一 国立情報学研究所 副所長

森 祐治 (株)シンク 代表取締役

曾根原 登 国立情報学研究所 教授

内丸 幸喜 東北大学 未来科学技術共同研究センター 副センター長

元村有紀子 毎日新聞社 科学環境部 記者

喜多見 康 アジアグラフィック代表

河口洋一郎 東京大学大学院情報学環 教授

(アドホック委員、順不同)

稲蔭 正彦 慶應義塾大学環境情報学部 教授

原島 博 東京大学大学院情報学環 教授

光吉 俊二 (株)AGI 代表取締役

金 鍾琪 韓国東西大学校教授、アジア芸術科学学会主席

小糸 正樹 経済産業省文化情報関連産業課長

中川 健朗 内閣官房知的財産戦略推進事務局 内閣参事官

(文部科学省)

生川 浩史 科学技術・学術政策局 計画官

新田 浩史 同 計画官付計画官補佐

松木 弘茂 同 計画官付調査員

(事務局)

和田 雄志 財団法人未来工学研究所 主席研究員

石塚 徹 同 主任研究員

志賀 厚雄 同 主任研究員

片倉奈保子 同 副研究員

○報告書の構成

■問題提起

第1章
科学技術政策の新たな展開
社会潮流の変化
科学技術政策の変遷

■現状認識と問題点

第2章
日本のデジタルコンテンツおよびメディアアート
日本の技術力
日本のデジタルコンテンツ
日本のメディアアート
アジアのメディアアート
まとめと展望

■何をなすべきか

第3章
新たな研究領域を求めて
ハイブリッド型研究開発
日本発オリジナルコンテンツ
基盤・共通技術の研究開発
関連する基礎科学研究分野

第4章
今後の推進方策
主な推進方策
当面の重点施策展開

■展望

第5章
まとめ

目 次

はじめに

ごあいさつ

第1章 科学技術政策の新たな展開

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. 1 「モノの豊かさ」から「心の豊かさ」の時代へ | 1 |
| (1) 21世紀の社会潮流 | 1 |
| (2) 心の豊かさに貢献する科学技術 | 2 |
| 1. 2 科学技術政策の変遷 | 3 |
| (1) 第1期～第3期科学技術基本計画 | 3 |
| (2) 第4期科学技術基本計画へ向けて | 4 |
| 1. 3 文化政策における科学技術の位置づけーメディア芸術の振興ー | 9 |
| (1) メディア芸術祭 | 9 |
| (2) 文化芸術振興基本法 | 10 |
| (3) メディアアートの特徴 | 10 |
| 1. 4 産業政策・知財戦略におけるデジタルコンテンツ振興策 | 11 |
| 1. 5 アートと科学技術（補論） | 13 |

第2章 日本のデジタルコンテンツとメディアアートー強みと弱みー

| | |
|----------------------------------|----|
| 2. 1 日本の技術力 | 16 |
| (1) 日本の強み | 16 |
| (2) 揺らぐ日本の優位性 | 18 |
| 2. 2 日本のデジタルコンテンツの概況 | 20 |
| (1) 日本のコンテンツ産業 | 20 |
| (2) 世界における日本のデジタルコンテンツ産業の位置づけ | 25 |
| 2. 3 日本のメディアアートの現況と課題 | 28 |
| (1) 日本のメディアアートの位置づけ | 28 |
| (2) 日本のメディアアートの強み | 30 |
| 2. 4 アジアにおけるメディアアート | 32 |
| (1) アジア芸術科学学会およびAS I A G R A P H | 32 |
| (2) A D A D A | 32 |
| (3) その他の動き | 33 |
| 2. 5 まとめと展望 | 34 |

第3章 新たな研究領域を求めて

| | |
|------------------------------------|----|
| 3. 1 新たな研究領域の展開 | 37 |
| 3. 2 脱コンピュータをめざしたハイブリッド型コンテンツの研究開発 | 40 |
| (1) モノと一体化したコンテンツ | 41 |
| (2) コンテンツ対応型のロボットの研究開発 | 42 |
| (3) 都市・空間へのコンテンツ実装システム | 44 |
| 3. 3 日本の文化・風土にねざしたオリジナルコンテンツの研究開発 | 46 |

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| (1) 日本人の「遊び心」から生まれるコンテンツ | 4 6 |
| (2) 伝統文化と先端技術の組み合わせ | 4 9 |
| (3) 日本的美の科学 | 4 9 |
| 3. 4 基盤・共通技術の研究開発 | 5 2 |
| (1) 五感表現技術 | 5 2 |
| (2) 多様な表現をサポートする次世代インタフェース | 5 4 |
| (3) 新たな表現のためのマテリアル | 5 6 |
| (4) インテリジェント・ウェア技術 | 5 7 |
| (5) パーソナルコンテンツ作成支援技術 | 5 8 |
| (6) 省電力・省エネルギー技術 | 5 8 |
| 3. 5 人間特性等の基礎科学研究分野 | 6 0 |
| (1) 人間の五感・情動の解明 | 6 0 |
| (2) アートの科学 | 6 3 |
| 第4章 今後の推進方策 | |
| 4. 1 主な推進方策 | 6 6 |
| (1) 重要研究領域の設定 | 6 8 |
| (2) 創造的人材の育成 | 6 8 |
| (3) 研究者と制作者のコラボレーションの場の構築 | 7 1 |
| (4) 大学から有能な人材を輩出する産学連携の仕組み | 7 4 |
| (5) 新しい評価制度の導入 | 7 6 |
| (6) アジアを含む国際協働・連携研究、人材流動化の促進 | 7 6 |
| 4. 2 当面の重点施策展開 | 7 7 |
| (1) 当該分野にかかわる重点研究開発領域の設定 | 7 7 |
| (2) オンリーワンをめざした先進的モデルオープンラボの形成 | 7 7 |
| (3) 科学技術系人材とアート・デザイン系人材の交流・協働促進のため のマッチングシステム構築 | 7 8 |
| (4) 新技術シーズ提案型の研究開発プロジェクトの推進 | 7 9 |
| (5) 課題解決型協働プロジェクトの実施 | 8 0 |
| (6) 創造的な人材育成プログラムの開発 | 8 0 |
| (7) 産学のリエゾン機能及び人材育成活動連携の強化 | 8 1 |
| (8) アジアにおける国際共同研究の推進 | 8 1 |
| (9) 世界にインパクトを与える次世代メディアアート創出のためのサク セスストーリー映像制作 | 8 2 |
| 第5章 まとめ | 8 3 |

資 料 編

資料1：次世代デジタルコンテンツ研究会について

資料2：米国における先進事例調査報告

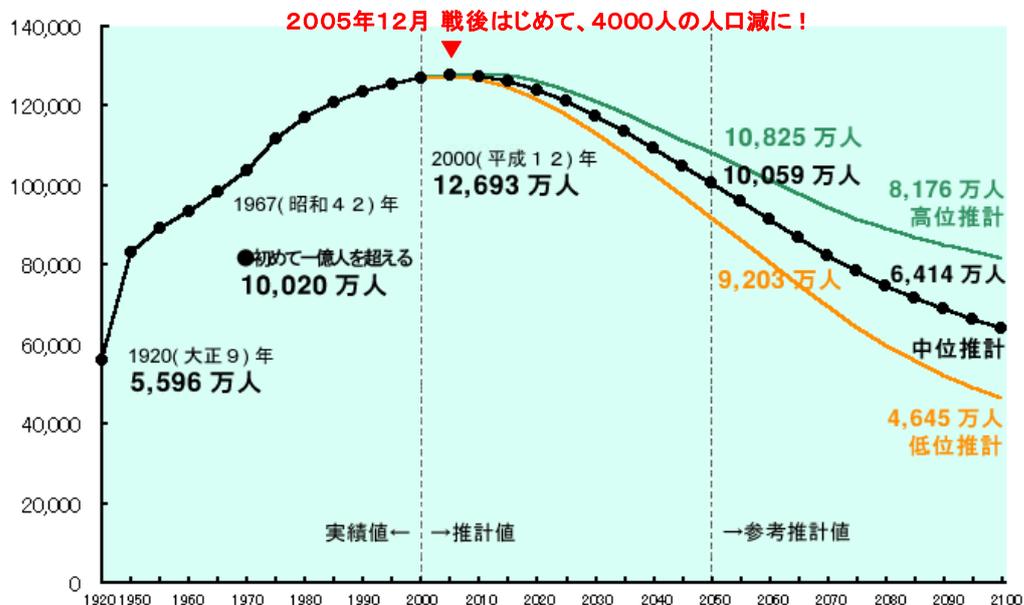
第1章 科学技術政策の新たな展開

20世紀後半から21世紀にかけて、人々が求めるものが「モノの豊かさ」から「心の豊かさ」へとシフトしつつある。そのような時代潮流の中で、人々が科学技術に求めるものも、知的価値、経済的価値、社会的価値に加えて、文化的価値に焦点が当てられるようになってきた。文化的価値の創出に貢献する科学技術の具体的領域のひとつとして、メディアアートあるいはデジタルコンテンツの振興がある。すでに関連するいくつかの施策が先駆的にスタートしており、21世紀における科学技術と文化芸術との交流による新たな時代の到来を予感させるものとなりつつある。

1.1 「モノの豊かさ」から「心の豊かさ」の時代へ

(1) 21世紀の社会潮流

20世紀の日本は、人口増加をベースに右肩上がりを前提とした社会システムを形成してきた。しかし、2005年12月に、戦後初めての人口減少モードに突入り、2100年には、現在の人口の半分近くにまで落ち込むという人口予測値が発表された。日本は世界にも類を見ないスピードの少子高齢化社会の進行と人口減少社会というこれまでに経験したことのない局面に向かいつつある。



資料：「日本の将来推計人口（2002年1月推計）」国立社会保障・人口問題研究所

図 1-1 人口減少社会：今後100年間の日本の人口の見通し

今後、進展する少子高齢化社会・人口減少社会においては、価値観・ライフスタイルが多様化する中、人々が求めるものが、量的拡大から質的充実（QOLの充実）へと変化してゆく。すでに1980年代頃から、国民の求める豊かさは、物的な豊かさよりも、精神的な豊かさ（心の豊かさ）が上回っており、その傾向は近年ますます顕著になっている（図1-2参照）。

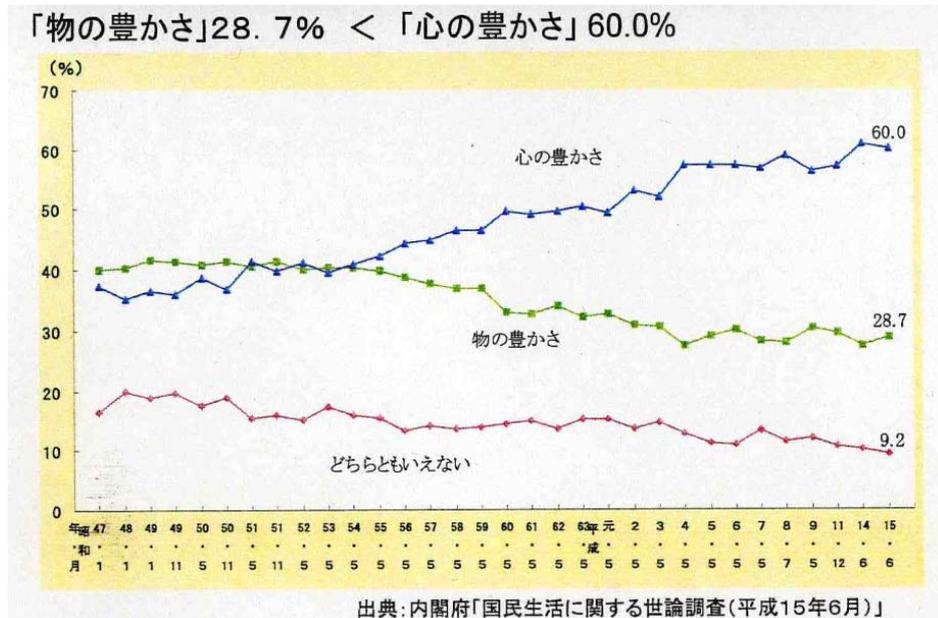


図1-2 人々の求める豊かさの変遷

(2) 心の豊かさに貢献する科学技術

このような意識の変化は、科学技術に対する国民の期待にも表れている。すなわち、2004年の内閣府「科学技術と社会に関する世論調査」において、8割をこす国民が「今後の科学技術の発展は心の豊かさをも実現するべき」と考えている。

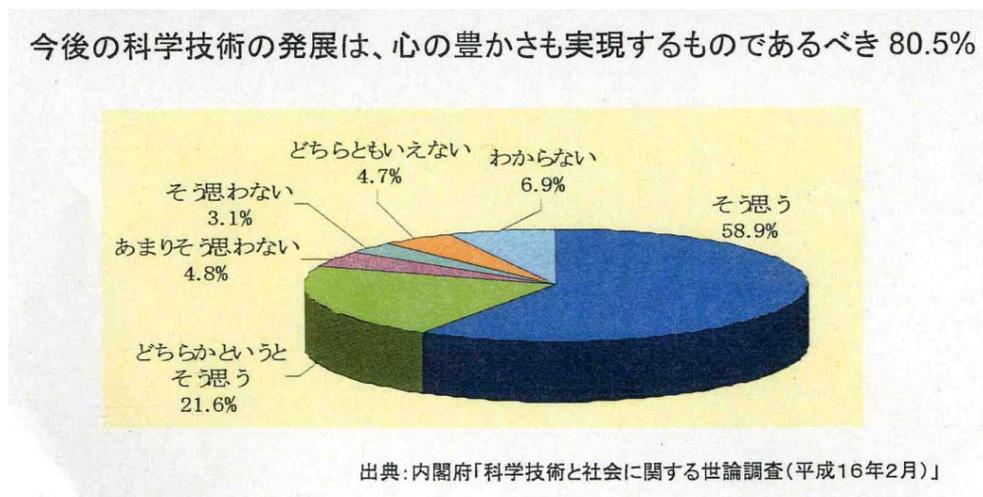


図1-3 科学技術の発展に期待するもの

1.2 科学技術政策の変遷

このような状況の中で、すでに新たな科学技術政策への取り組みが始まっている。以下に、これまでの科学技術政策の変遷を概観した上で、文化芸術的価値の創出に資する科学技術政策の動向を概観する。

(1) 第1期～第3期科学技術基本計画

1995年に制定された「科学技術基本法」を受け、わが国の科学技術政策の基本は、5ヵ年年計画である「科学技術基本計画」によって形成されてきた。科学技術基本計画において創出すべき価値の重点は、時代とともに変化してきた。

①第1期科学技術基本計画（1996年度～2000年度）

科学技術基本法の基本理念¹にもとづき、「科学技術創造立国」をめざして、人類の共有知としての科学技術の「**知的価値**」創出のための研究開発活性化施策が強力に推進されてきた²。

具体的施策としては、柔軟で競争的な研究開発環境の実現に不可欠な研究者の流動化を促進させるための任期制の導入や、研究開発の効果的推進と厳正な評価を実施するために、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」（1997年）が策定された。

②第2期科学技術基本計画（2001年度～2005年度）

21世紀の幕開けではあったが、進展するグローバル化と国際競争時代において日本経産競争力の回復は不十分であり、特に少子高齢化が進む中、我が国の経済成長の前途に不安が持たれていた。

重点施策としては、新産業の創出につながる産業技術の強化や、強い国際競争力を回復するという観点から、いわゆる重点4分野（ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテク・材料）に研究開発資金が優先的に投入された。すなわち、政策課題対応型の研究開発プロジェクトの重点化や産学官の連携施策など「**経済的価値**」の創出にかかわる施策が推進されてきた³。

¹「科学技術の振興は、科学技術が我が国及び人類社会の将来の発展のための基盤であり、科学技術に係る知識の集積が人類にとっての**知的資産**であることにかんがみ、研究者及び技術者の創造性が十分に発揮されることを旨として、人間の生活、社会及び自然との調和を図りつつ、積極的に行われなければならない。」（科学技術基本法・第2条より）

²「物質の根源、宇宙の諸現象、生命現象の解明など、新しい法則・原理の発見、独創的な理論の構築、未知の現象の予測・発見などを旨とする基礎研究の成果は、人類が共有し得る**知的資産**としてそれ自体価値を有するものであり、人類の文化の発展に貢献するとともに、国民に夢と誇りを与えるものである。」（第1期科学技術基本計画より）

³「産業競争力の回復はまだ不十分であり、特に少子高齢化が進む中、我が国の経済成長の前途に不安も持たれている。したがって、新産業の創出につながる産業技術を強化し、強い国際競争力を回復することが重要である。（中略）新しい知識を創出する基礎研究については、一層その質を高め、国際的に高い評価を受ける成果を生み出し得る環境を整備していくとともに、経済的・社会的ニーズに対応する研究開発については、産学官がそれぞれの間にある見えない壁を取り除き、真に連携できる環境を整備していく必要がある。」（第2期科学技術基本計画より）

③第3期科学技術基本計画（2006年度～2010年度）

人々の生命・生活や社会の安寧を脅かす事件・事故が内外で多発する中で、国民の生活の安心・安全を守る科学技術や、国際大競争時代の中で日本のアイデンティティを確保すべく国家基幹技術などの「社会的価値」の創出に新たにハイライトが当てられた。

具体的には、犯罪・テロ、大規模自然災害・事故、情報セキュリティに対する脅威、新興・再興感染症などの社会的な重要課題を解決するための安全・安心科学技術、「地球観測技術」「次世代スーパーコンピュータ」「宇宙輸送システム」等の国家基幹技術及び国際競争力の視点から、集中投資をすべき戦略重点科学技術として62課題が選定された。

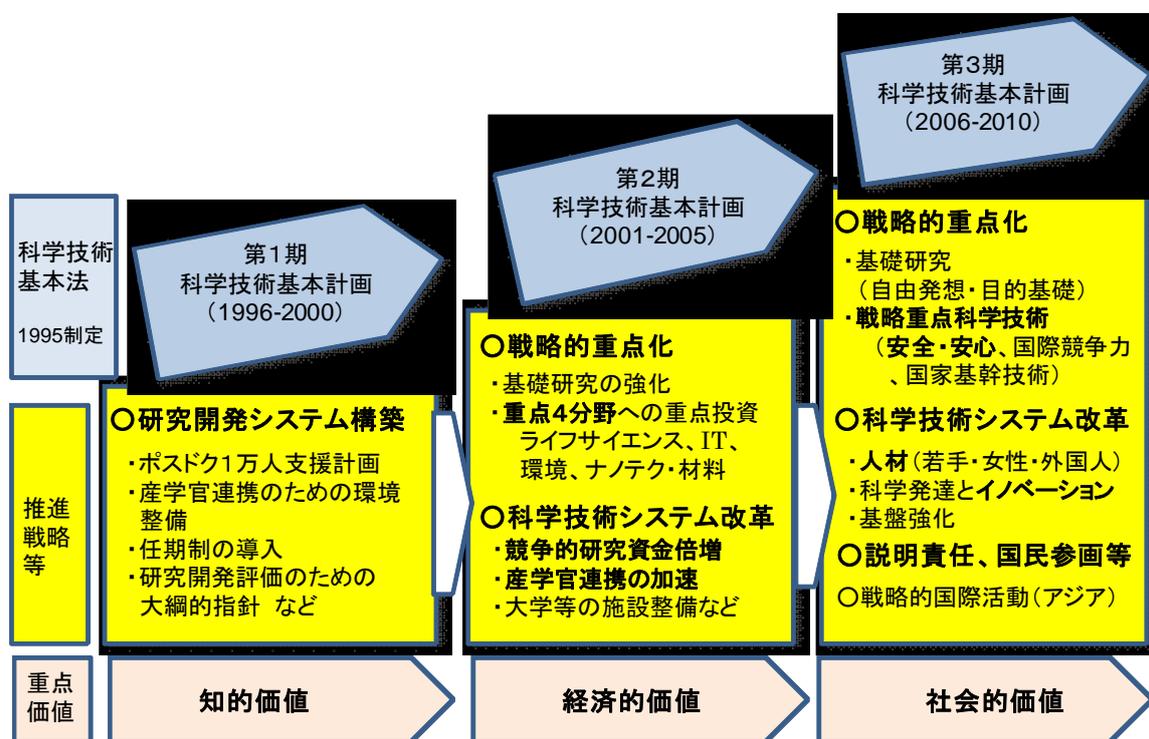


図 1-4 科学技術基本計画の変遷

(2) 第4期科学技術基本計画に向けて

これまで、わが国の科学技術基本政策は、時代を反映あるいは先取りする形で、科学技術が目指すべき価値目標をシフトさせながら展開されてきた。すなわち第1期科学技術基本計画においては人類の共有知としての「知的価値」、第2期科学技術基本計画においては「経済的価値」、第3期科学技術基本計画においては、「社会的価値」に重点が当てられてきた⁴。

そして、2016年からの第4期科学技術基本計画に向けて、これらの3つの基本的価値に加えて、第4の価値としての「文化芸術的価値」にハイライトが当

⁴ もちろん、いずれの基本計画においても、単独の価値実現だけがめざされたわけではなく、複数の価値の追求が併存する形で展開されてきたことはいうまでもない。

てられようとしている。

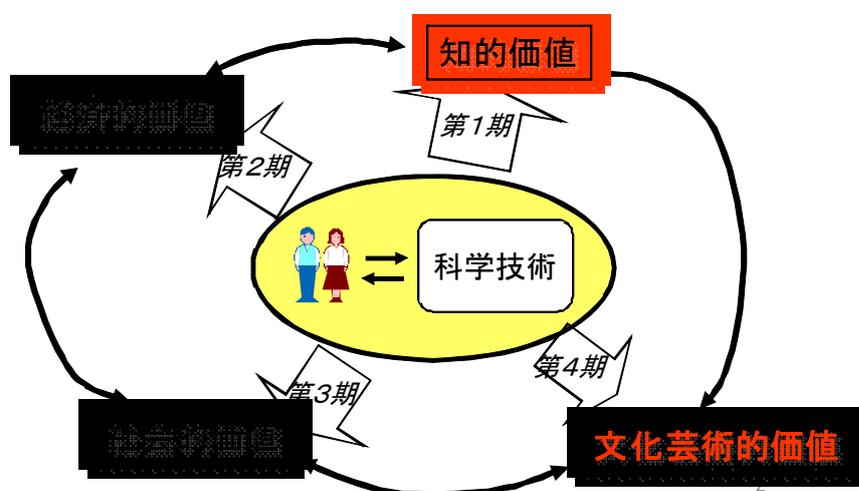


図 1-5 科学技術が生み出す第 4 の価値としての「文化芸術的価値」

このような文化芸術的価値の創出に資する科学技術については、すでにくつ
かの萌芽的・先駆的な政策検討や施策がスタートしている。

たとえば、科学技術・学術審議会においては、資源調査分科会において「文化
資源の保存、活用及び創造を支える科学技術の振興」（平成 16 年 2 月）がとり
まとめられた。この検討結果を踏まえて基本計画特別委員会による第 3 期科学技
術基本計画の重要政策（中間とりまとめ）においては、「社会の新たな要請に応
えるための科学技術の展開」として、「国家イメージ向上や新たな産業創出にも
貢献する“ソフトパワー”としての文化の価値が認識される中で、その重要性は
益々高まっている。例えば（中略）、メディア芸術等の分野における技術基盤の
構築、（中略）などを推進する」としている。

総合科学技術会議においては、第 3 期科学技術基本計画の主テーマとなった人
材育成に関して、「社会のニーズに答える人材の養成」の具体策として、デジタ
ルコンテンツの創造等の自然科学と人文・社会科学との融合分野など社会のニー
ズが顕在化している分野や、（中略）において、機動的な人材の養成・確保を推
進する」とされ、

また、第 3 期科学技術基本計画を受けて策定された分野別推進戦略（平成 18
年 3 月、総合科学技術会議決定）の情報通信分野における戦略重点科学技術とし
て、「世界と感動を共有するコンテンツ創造及び情報活用技術」があげられてい
る。

表 1-1 世界と感動を共有するコンテンツ創造及び情報活用技術の重要研究開発課題

| 課題 | 技 術 |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 課題 1. クリエイティブ人材の育成 | |
| | ○創造能力を涵養する教材生成・教育支援技術に関わる研究 |
| | ○映像・音響統合コンテンツ生成技術 |
| | ○コンテンツ制作支援アルゴリズム・ツール |
| | ○バイオコミュニケーション技術（人間系） |
| 課題 2. 感動を共有するインフラの充実 | |
| | ○五感 CG デザイン技術 |
| | ○超高精細映像の撮像・転送・蓄積・表示システム |
| | ○機械と人間の対話コミュニケーション支援技術 |
| 課題 5. 情報の巨大集積化とその活用 | |
| | ○コンテキスト高次化技術 |
| | ○知能創造技術 |
| | ○情報の信頼性・信憑性検証技術 |
| | ○超大容量映像・情報構造化・マイニング技術 |
| | ○多文化相互参照データベースの構築技術 |
| | ○日本文化に関わる大規模映像/音声コーパスの整備 |
| | ○クローリング技術 |
| | ○大規模分散システム構成技術 |
| | ○検索・解析技術 |

（出典）総合科学技術会議・情報通信分野における戦略重点科学技術（2006.3）

上記のような政策の流れの中で、メディアアート⁵あるいはデジタルコンテンツに関連して先駆的な科学技術関連施策が展開されている。

①新技術創出型研究開発

文部科学省の2004年度の戦略目標「メディア芸術の創造の高度化を支える先進的科学技術の創出」を受けて、科学技術振興機構の新技術シーズ創出をめざす戦略的創造研究推進事業の一つとして、研究領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」（研究総括：東京大学原島博教授）がスタートした。現在、12件のチーム型研究（CREST）と16件の個人型研究（さきがけ）が実施されている。（表1-1参照）ここでは、芸術・文化と科学・技術あるいは社会・産業といった、これまであまり交流のなかった各分野の研究者やアーティストたちによる交流・連携・共同研究などが展開されている。

表 1-2 デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術テーマ

⁵ 文化芸術振興基本法では、映画、漫画、アニメーション及びコンピュータその他の電子的機器等を利用した芸術が「メディア芸術」として定義されている。本報告書では「メディアアート」も同義語として使っている。

(チーム型研究：CREST)

| テーマ | 研究者(所属) | テーマ | 研究者(所属) |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 超高精細映像と生命的立体造形が反応する新伝統芸能空間の創出技術 | 河口洋一郎 (東京大学) | デジタルメディアを基盤とした21世紀の芸術創造 | 藤幡正樹 (東京藝術大学) |
| 自由空間に3次元コンテンツを描き出す技術 | 斎藤英雄 (慶応大学) | コンテンツ制作の高効率化のための要素技術研究 | 森島繁生 (早稲田大学) |
| 情報デザインによる市民芸術創出プラットフォームの構築 | 須永 剛司 (多摩美術大学) | デバイスアートにおける表現系科学技術の創成 | 岩田洋夫 (筑波大学) |
| 人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術 | 渡辺富夫 (岡山県立大学) | 時系列メディアのデザイン転写技術の開発 | 片寄晴弘 (関西学院大学) |
| ユビキタスコンテンツ制作支援システムの研究 | 稲陰正彦 (慶応大学) | 映画制作を支援する複合現実型可視化技術 | 田村秀行 (立命館大学) |
| デジタルパブリックアートを創出する技術 | 廣瀬通孝 (東京大学) | オンラインゲームの制作支援と評価 | 松原仁 (はこだて未来大学) |

同プロジェクトでは、研究開発を進めるだけではなく、2006年5月にこれまでの研究成果発表会とは一線を画すユニークな研究発表展示会「予感研究所」を日本科学技術未来館で開催し、2万人を超える人々を集めた。また、2006年と2007年の2月にアート・デザイン系人材の多く集まる文化庁メディア芸術祭の場で、協賛展として「先端技術ショーケース」を開催している。

②課題解決型研究開発

科学技術振興調整費の重要課題解決型研究推進制度において、デジタルシネマをはじめとするデジタルコンテンツ関連テーマが調査研究プロジェクトとして進められている。

表 1-3 科学技術振興調整費重要課題解決型研究：デジタルコンテンツ関連

| 年度 | テーマ | 主な実施機関 |
|--------|---------------------------|-------------------------|
| 平成16年度 | デジタルシネマの標準技術に関する研究 | 東京大学、IMAGICA 他 |
| 平成17年度 | 生活者支援のための知的コンテンツ基盤 | 産業総合技術研究所、名古屋大学他 |
| | 次世代超高精細度映像のためのCG映像制作環境の研究 | デジタルハリウッド大学院大学、NTT データ他 |
| 平成18年度 | 新映像ダイブイントゥザムービーの研究 | 早稲田大学、大阪大学他 |

③人材育成

科学技術と芸術文化という接点領域の研究開発には、新たな人材育成あるいは異なる分野間の人材交流が不可欠となっている。

科学技術振興調整費の振興分野人材育成制度において、自然科学と人文・社会科学との融合領域のひとつとして、デジタルコンテンツの創造のために人材育成

プログラムが、東京大学（コンテンツ創造科学産学連携教育プログラム）および九州大学（先導的デジタルコンテンツ創成支援）において、5か年の人材育成事業としてスタートしている。

東京大学の産学連携教育プログラムにおいては、コンテンツビジネスと先端技術に関して高度な専門知識を有するプロデューサー、技術開発者、指導的教育者を養成することをめざしている。特徴としては、単なるコンテンツ制作技法だけでなく、CGやVRなどの先端的な科学技術教育、コンテンツ産業論、知財管理など文理融合の総合教育、現場の第一線で活躍している専門家による実践的な指導などがあげられる。

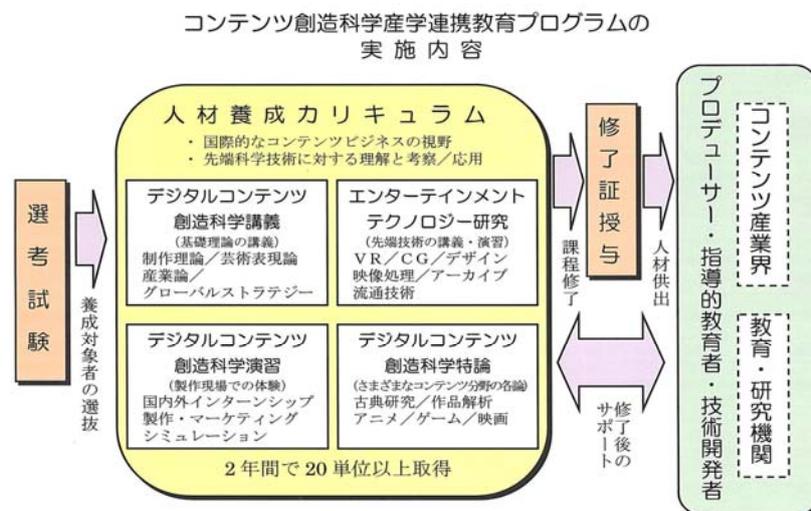


図 1-6 コンテンツ創造科学産学連携教育プログラム（東京大学・情報学環）

一方、九州大学の先導的デジタルコンテンツ創成支援は、以下のような人材育成プログラムから形成されている（図 1-7 参照）。

①論理的思考に基づく芸術的感性表現

造形能力に加え、デジタルイメージ生成を目的とした数学、物理学、画像工学、プログラミング等の論理的思考能力を育成する。

②新たな造形方法論の確立

デジタルデザイン教育の先駆者を育成するために、CG-ART での実践、標準テキスト、カリキュラムの実践検証、標準的な造形方法論の提示を行う。

③社会的な評価によってレベルの達成度を知る

授業課題でのコンペ（専任＋客員教授による）、世界レベルでの公募展（SIGGRAPH、メディア芸術祭等）、コンペティションの実施（ADADA、学生 CG）



(出典：九州大学大学院芸術工学研究院)

図 1-7 先導的デジタルコンテンツ創造支援カリキュラム

以上、科学技術政策の観点から、文化芸術に資する一連の科学技術施策の動向を概観してきたが、以下では、文化政策、産業政策・知財戦略の観点から、関連する動向を紹介する。

1.3 文化政策における科学技術の位置づけーメディア芸術振興ー

(1) メディア芸術祭

近年の科学技術の発達、とりわけ情報通信技術・デジタル技術の進歩により、今までにない表現技術によるメディアアートの創作や、文化財のデジタル保存(デジタルアーカイブ)、インターネットを利用したコンテンツ流通など、科学技術の成果を積極的に取り込むようになってきた⁶。

なかでも「メディア芸術」については、電子的機器を活用した新しい芸術形態の振興策として、1997年度から「メディア芸術祭」(主催：文化庁)という形で毎年、定期的に行われている。

「アート部門」(デジタル技術を用いて作られたアート作品)、「エンターテイン

⁶ その他、放射性炭素による年代測定、文化財の発掘・保存・再生技術などに様々の最新科学技術の成果が活用されている。(文部科学省 科学技術・学術審議会「文化資源の保存、活用及び創造を支える科学技術の振興」平成16年度)

メント部門」(デジタル技術を用いて作られたエンターテインメント作品)「アニメーション部門」(アニメーション作品やデジタル技術を用いて作られた映像作品)、「マンガ部門」の4部門において、それぞれ優秀作品にメディア芸術祭賞が贈呈される。わが国のメディア芸術祭は、米国の SIGGRAPH および欧州の ARS Electronica と並び、メディアアート分野における世界3大イベントといわれるまでに成長した。

(2) 文化芸術振興基本法

2001年に制定された文化芸術振興基本法においては、文化芸術の振興施策のひとつとして「メディア芸術」に言及し、その「振興を図るため、メディア芸術の製作、上映等への支援その他の必要な施策を講ずるものとする」とされている。

ここで「メディア芸術」とは「映画、漫画、アニメーション及びコンピュータその他の電子的機器を利用した芸術」と定義されている。

同法29条(情報通信技術の活用の推進)において、「国は、文化芸術活動における情報通信技術の活用の推進を図るため、文化芸術活動に関する情報通信ネットワークの構築、美術館等における情報通信技術を活用した展示への支援、情報通信技術を活用した文化芸術に関する作品等の記録及び公開への支援その他の必要な施策を講ずるものとする。」とされている。

メディア芸術の製作・上映などの支援のみならず、展示・記録・配信などにおいて、電子技術や情報通信技術の積極的活用がうたわれている。

(3) メディアアートの特徴

一般的に、メディアアートは、以下のような特徴を有する。すなわち、「メディア・アートは芸術的感性とデジタル技術を融合してできる新しい作品であり、制作者が一人二役する場合と、アーティストとエンジニアがコラボレーションで作り出す場合がある。

- ・メディア・アートには異なるジャンルやカテゴリー、空間や時間、文化の境界領域を繋ぐことで生まれるハイブリッド性のある作品が多い。
- ・作品のライフサイクルが変化してメディアとしての性質を備え、①再生や進化できる、②インタラクティブ性が拡大、③機能性を持ち得る。
- ・アートの意味・定義が変化して作品の展示空間を拡張し、アーティストの定義やメディア文化の社会的意味・役割までも拡張している⁷⁾

これらに加えて、メディアアートは、絵画等の従来の芸術媒体による芸術と比較して、コピーや大量配信が容易であるため商業化・産業化の可能性が高く、文化的な価値はもとより、経済的価値も大きいものが少なくない。具体的には、映画やゲームソフトなどデジタルコンテンツとして商業ルートでの流通や、アートセンスを

⁷⁾ 坂根巖：日本バーチャルリアリティ学会誌 vol.8, No.4(2003.12.25)抄録より引用

持った高付加価値プロダクトとして、商品展開されるケースが少なくない⁸。

1.4 産業政策・知財戦略におけるデジタルコンテンツ振興策

次に、わが国の産業振興政策あるいは知的財産戦略の視点から、文化芸術的価値に関わりの深いデジタルコンテンツ振興策について述べる。

国際競争力の強化、高度情報化社会の進展を踏まえ、2004年2月に、「コンテンツの創造、保護及び活用の促進に関する法律」（以下、コンテンツ促進法と略称）が制定された。

同法においては、国は高度な技術を用いた良質なコンテンツが生み出せるよう「先端的な技術に関する研究開発の推進および教育の振興その他の必要な施策を講ずる」と規定されている。（同法第十条より）。

「コンテンツ促進法」においては、コンテンツとは「映画、音楽、演劇、文芸、写真、漫画、アニメーション、コンピュータゲームその他の文字、図形、色彩、音声、動作若しくは映像若しくはこれらを組み合わせたもの又はこれらに係る情報を電子計算機を介して提供するためのプログラムであって、人間の創造的活動により生み出されるもののうち、教養または娯楽の範囲に属するもの」（第2条）と定義されている。また同法10条においては、先端的な技術に関する研究開発の推進などがうたわれている。

コンテンツには、従来型（アナログ）のコンテンツとデジタルコンテンツがあるが、情報通信技術（とりわけデジタル技術）を活用しているデジタルコンテンツに大きな発展が期待されている。

これを受けて政府の「デジタルコンテンツ振興戦略」（2006年2月24日、知的財産戦略本部会合決定）では、「デジタルコンテンツに関する研究開発の推進」方策として、①コンテンツに関する技術開発の推進、②融合人材の育成、③産学連携の促進と研究成果の周知徹底、をあげている。

文化的価値の創出に資する科学技術の活用領域として、メディアアートとデジタルコンテンツは、それぞれの文脈で登場してきた言葉であるが⁹、どちらも科学技術の成果を活用していることと同時に、内容的にも共通する部分あるいは重なる部分が多い（図1-8参照）。

文化芸術に資する科学技術のうち、これまで紹介してきた施策は、主に創造（制作）および流通にかかわる部分に焦点が当てられている。しかしそれ以外にも、文化芸術の保存のためのデジタルアーカイブや文化資産のオンライン配信といった分野の施策もある。

⁸ もちろん従来型の芸術（名画や名演奏など）も高い値段がつくものもあるが、メディアアートのように数が出回らない。

⁹ どちらかというともメディアアートは文化芸術的価値、デジタルコンテンツは経済的価値を志向しているが、両者が重複する部分も少なくない。

また、これまでどちらかという、作品の制作支援ツール、流通基盤、新しい表現形態など「技術的」あるいは「事業的」側面にスポットライトが当てられてきたが、今後は、創造性や制作プロセスの科学的解明、作品に感動する心理メカニズムの解明など、芸術文化を科学的に研究するアプローチも必要となってくる(詳細は、3章で触れる)。

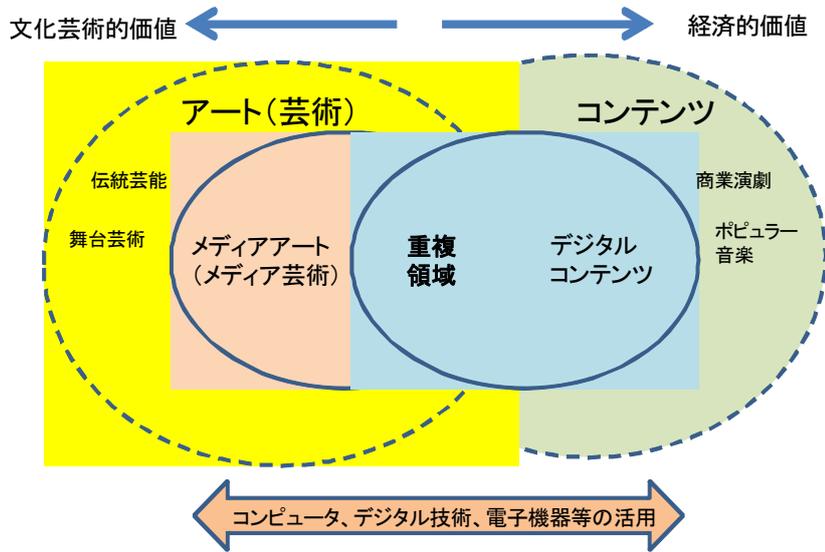


図 1-8 メディアアートとデジタルコンテンツの重なり

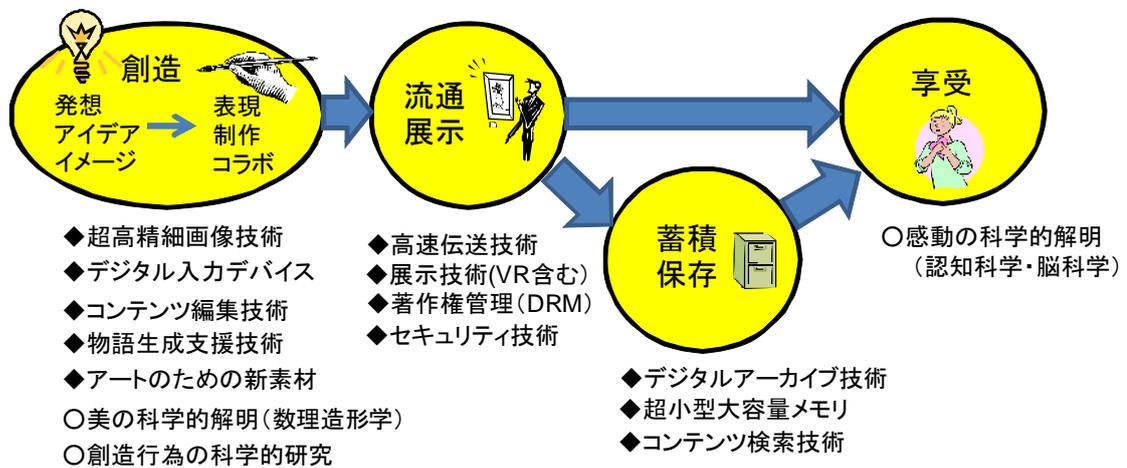


図 1-9 文化芸術の各プロセスにおける科学技術・学術研究の関わり

国の科学技術政策、芸術振興政策、産業振興政策・知財戦略に、コンテンツ流通基盤としての IT 政策を加えて、関連する国の政策動向を、図 1-10 にまとめた。

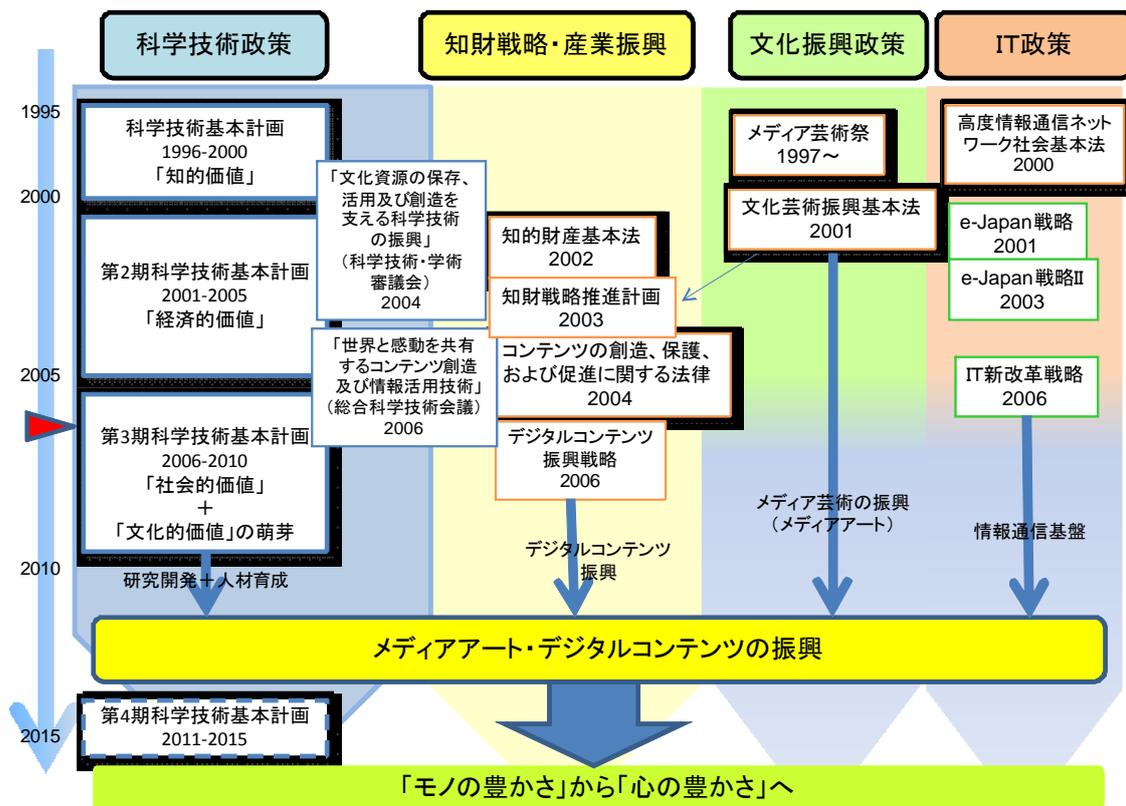


図 1-10 科学技術と文化芸術に関連する国の主な政策の流れ

1.5 アートと科学技術(補論)

そもそも、アート(芸術)と科学技術は、その出発点から不可分の関係にあった。紀元前1万5千年前のラスコーの壁画は洞窟に描かれた呪術的な狩りの動物たちの絵で有名だが、いまだに色褪せない顔料(酸化鉄の一種)の使用により、現代までその絵が鮮明に残されている。

「遠近法」という空間認知の科学は、西洋絵画に新しい表現形態をもたらした。日本の中世の「覗きからくり」や西洋の「カメラ・オブスキュラ」などの映像道具は、レンズの使用が前提となっている。

やがて19世紀のエジソンによるキネトスコープ、ブラウン管の発明などで一気に映像時代に突入、20世紀半ばのテレビ登場以降、戦後のコンピュータ技術、電子技術、デジタル技術などの出現によって、新たな映像文化や映像アートが、一気に開花した(次ページ参照)。

映画を例にとってみると、1895年のリュミエール兄弟による世界最初の商業映画以来、映画産業は、つねに技術革新に支えられて進化してきた。1929年にスタートした米国のアカデミー賞は、アメリカの映画産業従事者の団体、映画芸術科学アカデミー(AMPAS)の会員の投票により選出されるが、映画に貢献した重要な技術、技術者に対して送られる「アカデミー科学技術賞」がある。

画像・映像系アートにおいて科学技術の果たした役割の変遷

映像の発見

- 紀元前 2 万年前～ ラスコの洞窟画 (仏、モンティニャック)
 紀元前 1 万年前
 紀元前 3000 年～ 縄文時代 火焰土器 (日)
 紀元前 2000 年
 紀元前 2 世紀 ナスカの地上絵 (ペルー)
 694 年～710 年 高松塚古墳の壁画 (日)



映像の体験からピクチャレスクへ

- 15 世紀～16 世紀 カメラ・オブスキュラ
 1665 年ごろ 『真珠の耳飾の少女』(蘭、フェルメール)
 近代絵画、カメラ・オブスキュラを利用
 1700 年ごろ 覗きからくり (日、絵やものが動く、レンズ)
 1750 年代ごろ 眼鏡絵 (日、円山応挙、レンズを通してみて絵が浮き出て見える、遠近法)

パノラマ全視界

- 1787 年 パノラマ発明 (英、ロバート・バーカー)
 1794 年～1795 年 錦絵 (日、写楽)
 1790 年代後半 リトグラフ (独、アロイス・ゼネフェルダー、石版画)
 1794～1861 年 ロバート・バーカー (英) が、ロンドンのレスター・スクエアにパノラマ劇場を建設。「スピコンヘッドに停泊する艦隊の光景」「アプキールの戦い」など。
 1802 年 (享和 3) 写し絵 (日、亀屋熊吉、レンズ)
 1892 年 シネマトグラフ発明 (仏、レオン・ボウリー、映写機+カメラ)

映像の定着

- 1839 年 ダゲレオ・カメラ (仏、ダゲール)、カメラ・オブスキュラの鏡の部分に銀版をおき焼き付けに成功。
 1876 年 電話 (米、ダニエル・ベル)
 1877 年 蓄音機 (米、エジソン)
 1878 年 テアトル・オブティク (仏、シャルル・エミール・レイノー、動く幻燈、レンズ)

動く映像

- 1891 年 キネトスコープ (米、エジソン、のぞきこむ映画)
 12 月 28 日世界初の商業映画「La Sortie des usines Lumiere (リュミエール工場の出口)」をパリのカフェで上映。スクリーンに映写。シネマトグラフ・リュミエール。
 1895 年
 1897 年 ブラウン管発明 (独、F・ブラウン)
 1898 年 ジョルジュ・メリエスによる撮影技術 (ミニチュア撮影、二重焼き、多重露出、マスク、移動撮影) シネオラマ (仏、ラウール・グリモア・サンソン、パリ万国博覧会) 10 台の映写機を放射状に並べ、9.5m 四方のスクリーン 10 枚によって 360 度全周映写する。上映された映像は、気球に 10 台のカメラを放射状に取り付け、世界各地をロケしたもの。

- 1900 年代 キュビズム、表現主義、未来派
 1905 年 オフセット印刷 (米)
 1906 年 エッフェル塔よりラジオ放送
 1919 年 パウハウス設立 (独、ワイマール)
 1920 年代 構成主義
 1926 年 機械・電子折衷式テレビ (日、高柳健次郎)
 1927 年 トーキー (映像+音声)
 1928 年 ミッキー・マウス誕生
 1929 年 アカデミー賞創設
 1932 年 三色分解式カメラ (米)
 1946 年 第一回カンヌ映画祭
 1950 年代 シルクスクリーン (米)



放送される映像

- 1953 年 テレビ放送開始 (日)
 1955 年 アクリル絵の具「リキテックス」登場
 1958 年 VTR 発明
 1960 年 カラーテレビ放送開始 (日)
 1960 年代～ スーパーリアリズム (スライドとリキテックスとエアブラシを用いて超写実表現)、ヌーヴェルヴァーグ、ポップアート
 1963 年 『鉄腕アトム』(日、手塚治虫)
 1968 年 HMD (ヘッドマウント・ディスプレイ、ユタ大学、アイバン・サザランド)

映像と現実の交差

- 1970 年代後半 モーション・キャプチャ
 1977 年 レーザーディスク
 1980 年 MIT メディアラボ設立
 1981 年 MTV 開局
 1982 年 コンパクトディスク (ソニー社)、『ブレッドランナー』(R・スコット)、『E.T.』(S・スピルバーグ)
 レーザー技術、特撮
 1983 年 ファミリーコンピュータ発売 (日、ファミコン、任天堂)、『スリラー』(M・ジャクソン)
 1985 年 科学万博つくば '85
 『スーパーマリオブラザーズ』(ゲーム、ソフトウェア)
 1988 年 MPEG 会議開始 (カナダ)
 1988 年 FUJIX DS-1P (日、富士フィルム、デジタルカメラ) フラッシュメモリ
 1990 年 『インフォメーションアート展』(MoMA)
 1991 年 CAVE (没入型・投影ディスプレイ、視覚 IF)
 1995 年 インターネット商用化、デジタル化の波 (制作過程から制作物まで)
 1996 年 DVD (レーザー技術)
 1999 年 『マトリックス』(米、ワイヤーアクション、パレットタイム、CG)
 MPEG-4 規格化 (映像のデジタル化へ)
 2001 年 iPod 発売 (米、アップル社)
 2003 年 MPEG-4 規格化 (Part2)
 地上デジタル放送開始
 2004 年 SETI@home (インターネット利用の分散コンピューティング)
 2011 年 地上デジタル放送へ完全移行



(未来工学研究所作成)

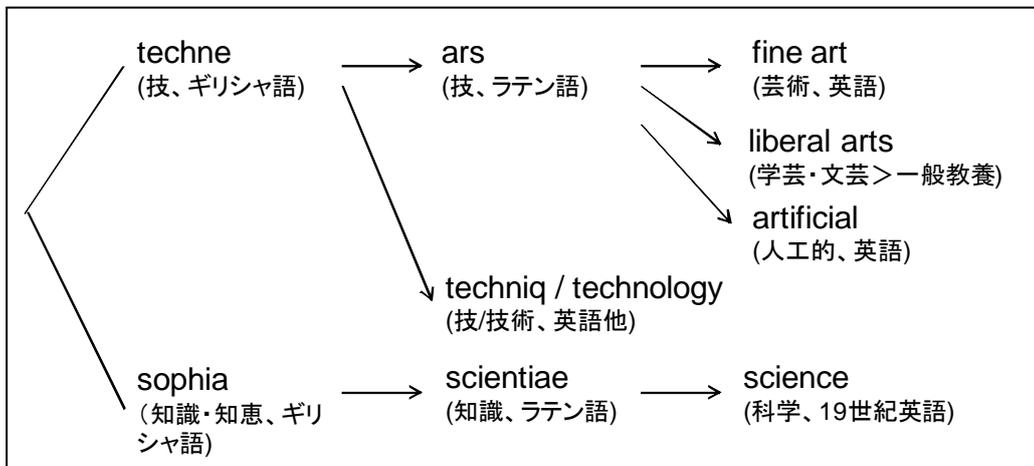
日本もこれまで、いくつかの科学技術賞を受賞している¹⁰。また、コンピュータ技術を駆使した優秀作品に与えられるアカデミー視覚効果賞は1963年から始まったが（それ以前は特殊効果賞と呼ばれていた）、近年、世界規模でヒットした映画のうちかなりの作品が視覚効果賞を受賞しており、映画におけるコンピュータ技術の影響の大きさを示すものといえよう¹¹。

【コラム1】アートとサイエンスの語源

アートの語源は、ラテン語のアルス(ars)。アルスには、「自然の配置」「技術」「資格」「才能」などの意味がある。アルスのルーツは、テクニクの語源となっているギリシャ語の「テクネ (techne)」＝術(わざ)の訳語である。テクネは、医術、戦術、弁論術、料理術、物真似、占星術、文学といった広範な分野をカバーする言葉であった。

一方、サイエンスの語源は、中世西洋の大学において、系統立てて研究していける学問のあらゆる領域がスキエンティア (scientiae) と呼ばれていた。一方、系統立てて習得していける技能のあらゆる領域が ars とされていた。

したがって、アートとサイエンスは相対立する概念ではなく、お互いに補完する関係にある。



¹⁰ キヤノンの「映画用マクロズームレンズ」(1972)、富士写真フィルの「映画用カラーネガ F シリーズ」(1981)、IMAGICA の「65/35 マルチフォーマットオブチカルプリンター」(2002) などがある。

¹¹ 視覚効果賞受賞作として、2001年宇宙の旅 (1968)、スターウォーズ (1977)、エイリアン (1979)、E.T. (1982)、ジュラシックパーク (1993)、タイタニック (1997)、マトリックス (1999)、ロード・オブ・ザ・リング (2001)、パイレーツ・オブ・カリビアン (2006) などがある。

第2章 日本のデジタルコンテンツとメディアアート — 一強みと弱み —

この章では、まずグローバルな視点から、日本の強みと弱みを分析した上で、デジタルコンテンツ産業およびメディアアートの現状と課題について概観し、今後めざすべき展開方向を整理した。

2.1 日本の技術力

(1) 日本の強み

日本は「世界の工場」であり、科学技術に裏打ちされた「ものづくり力」が、日本の強みを支えてきた。

その流れは20世紀後半にいたっても続き、堅固な「ものづくり基盤」と先進的な「情報インフラ」に支えられ、世界でも類を見ない発展を遂げてきた。なかでも、自動車、家電などは、日本の確かな技術力とたゆまざる市場開拓などにより、世界市場で優位性を確保してきた。

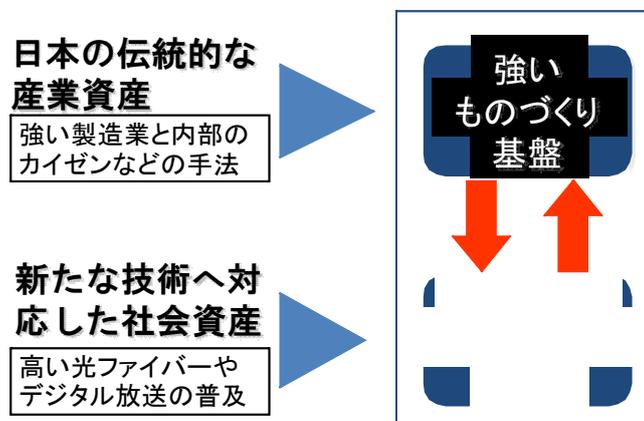
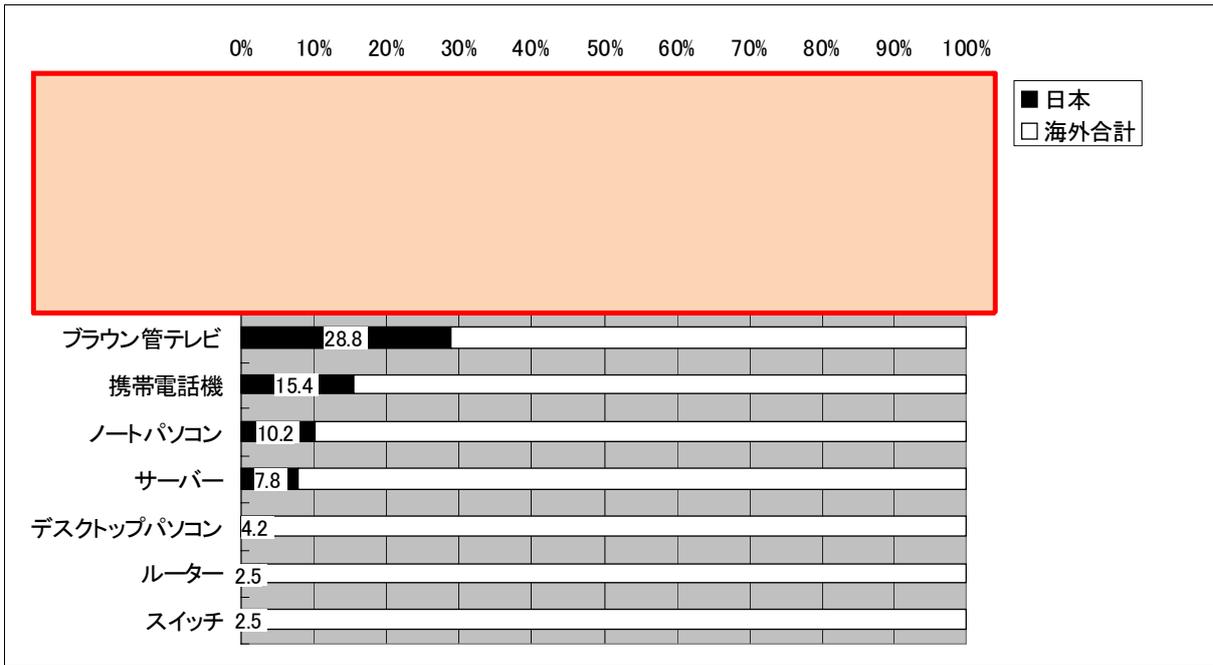


図 2-1 20世紀後半における日本の強み

図 2-2 に、日本の主な情報通信機器の世界シェアを示す。カーナビゲーション、デジタルカメラ、DVD レコーダー、プラズマテレビ、液晶テレビなど、いずれも「ものづくり」と「情報インフラ」が結びついた製品が日本の得意領域である。なお、ここでの情報インフラとは、カーナビを支える ITS、DVD レコーダーや薄型テレビを普及させたデジタル放送網、デジカメで撮影した映像が流通するネット環境などを含んでいる。



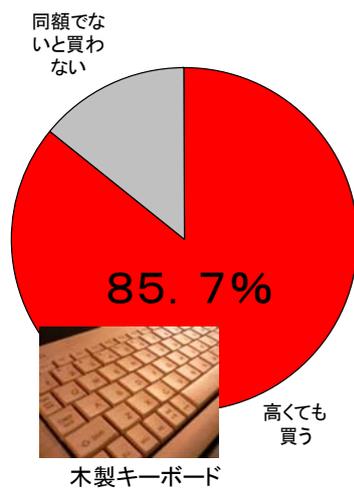
(平成 18 年度情報通信白書より)

図 2-2 日本の主な情報通信機器の世界シェア (2006 年)

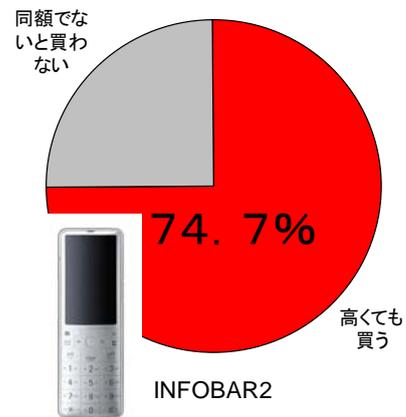
【コラム 2】デザインの価値

消費者が、商品を機能や価格で選ぶ時代から、自分好みのデザイン(形や質感など)で選ぶ時代になりつつある。

好みのデザインの「キーボード」



好みのデザインの「携帯電話」



(出典)NIKKEI DESIGN(2006 年 2 月号)より作成。商品は参考イメージ。

ちなみに高級天然木製のキーボードの価格は 26 万円。

これをさらに、技術領域全般に広げて見てみると、エネルギー・資源、環境分野の技術と並んで、生活関連技術や情報家電、「遊びの技術¹²⁾」の領域において、日本の技術力は強いと判断されている（表 2-1）。

表 2-1 日本が強みを発揮しているとされる 29 の技術領域

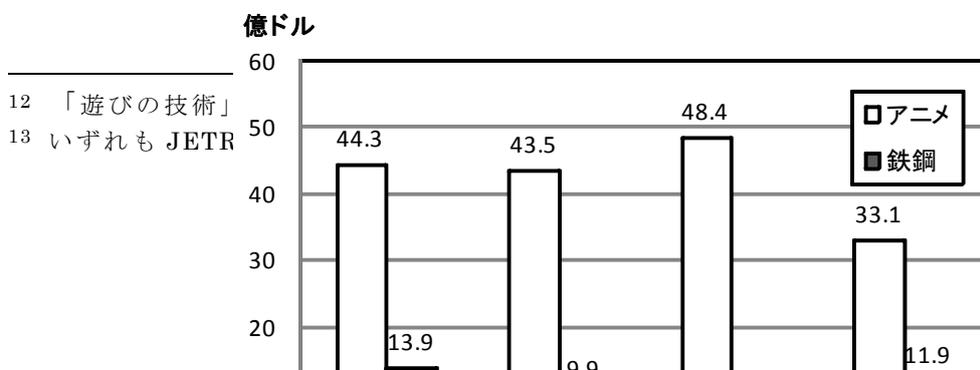
| 分野 | 領域 | 日本 | 米国 | EU | アジア |
|----------|---------------------|------|------|------|-----|
| エレクトロニクス | カーエレクトロニクス | 84.5 | 14.9 | 0.6 | 0.0 |
| | エネルギー変換・蓄積デバイス | 76.5 | 23.2 | 0.3 | 0.0 |
| | デジタル家電 | 74.7 | 25.1 | 0.2 | 0.0 |
| | ディスプレイ | 74.5 | 24.5 | 0.9 | 0.2 |
| | ネットワークエレクトロニクス | 57.9 | 41.8 | 0.0 | 0.4 |
| | オプト&フォトニックデバイス | 56.3 | 41.8 | 1.7 | 0.0 |
| 農林水産・食品 | 生態系と調和し環境を向上させる生産技術 | 50.8 | 34.6 | 14.6 | 0.0 |
| フロンティア | 安全・安心社会の宇宙・海洋・地球技術 | 65.4 | 31.3 | 3.0 | 0.0 |
| エネルギー・資源 | 資源再利用 | 88.0 | 3.0 | 8.6 | 0.0 |
| | 分散型エネルギーシステム | 62.4 | 33.9 | 2.8 | 0.0 |
| | エネルギー変換・利用の効率化 | 60.2 | 38.1 | 1.4 | 0.0 |
| | 水素エネルギーシステム | 51.2 | 25.8 | 21.1 | 0.0 |
| 環境 | 経済的な有用資源回収 | 59.8 | 34.7 | 5.2 | 0.0 |
| ナノテク・材料 | 環境・エネルギー技術 | 86.2 | 12.6 | 1.0 | 0.2 |
| | ナノ加工・造形・製造技術 | 63.4 | 36.0 | 0.6 | 0.0 |
| | ナノレベル構造制御による新規材料 | 59.6 | 39.4 | 0.8 | 0.0 |
| | 物質・材料の創製・合成・プロセス技術 | 51.1 | 47.6 | 1.2 | 0.0 |
| 製造 | 表面改質と界面制御技術 | 87.6 | 8.6 | 3.8 | 0.0 |
| | 社会インフラ関連高度製造技術 | 73.2 | 24.6 | 2.2 | 0.0 |
| | 製造に係わる人間・ロボット | 52.1 | 40.0 | 7.8 | 0.0 |
| 産業基盤 | サービス産業・サービス部門の生産性向上 | 59.5 | 38.4 | 0.7 | 0.0 |
| 社会基盤 | 防災技術 | 80.7 | 18.8 | 0.3 | 0.0 |
| | 環境にやさしい効率的な物流システム | 75.9 | 3.6 | 19.6 | 0.0 |
| | 建造物の性能向上 | 71.6 | 15.2 | 12.6 | 0.0 |
| | 交通機関の環境対策 | 60.5 | 22.8 | 16.5 | 0.0 |
| | 交通安全に関する技術 | 60.4 | 35.0 | 3.9 | 0.7 |
| | 社会基盤施設の再生・維持・管理 | 60.3 | 18.1 | 21.6 | 0.0 |
| 社会技術 | 遊びの技術 | 69.4 | 23.3 | 6.2 | 0.4 |
| | 文化と技術の継承保全 | 64.2 | 24.0 | 11.8 | 0.0 |

(注) 「2035年の科学技術」（科学技術政策研究所）における全130領域のうち、半数以上の専門家が「日本が強い」と判断した技術領域。赤字は生活関連領域と情報家電関連の領域。

(2) 揺らぐ日本の優位性

しかし、このような日本の強みも、依然として強い競争力を有する米国、アジア諸国の追い上げ、基幹技術の海外依存などにより、その優位性も揺らぎつつある。

たとえば、2001年に、米国における日本製アニメーションの市場規模は44億3千万ドルで、日本からの鉄鋼製品輸入額13億9千万ドルの約3.2倍に匹敵していた¹³⁾。しかし、2004年には、アニメーション市場規模は33億ドルまで低下、対鉄鋼比率でも約2位に落ちている（図 2-2 参照）。



(注) JETRO 統計・資料より作成

図 2-3 国産アニメおよび鉄鋼製品の対米国輸出額の推移

一方、アジア諸国の取り組みの代表例として、韓国では、同国の科学技術基本計画に「文化技術」(CT; Cultural Technology) という名称で独自のジャンルを設定しており、文化の付加価値を高めるための企画製作および創作、流通を発展させる有形無形の技術を国をあげて振興している。韓国文化観光部は 2003 年に 43 兆ウォン規模であった映画、ゲーム、アニメーション、キャラクターなどいわゆる文化産業中の中で、CT が寄与した部分が約 24%(約 10 兆ウォン)であると推定している¹⁴。

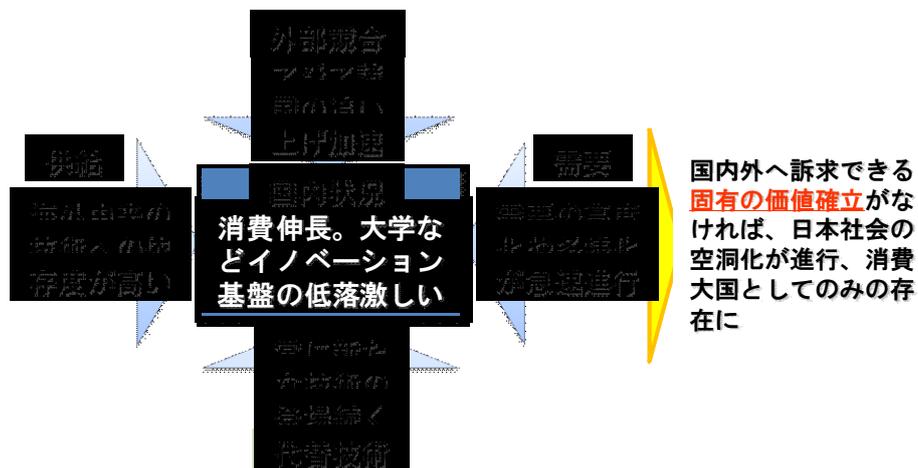


図 2-4 揺らぐ日本の優位性

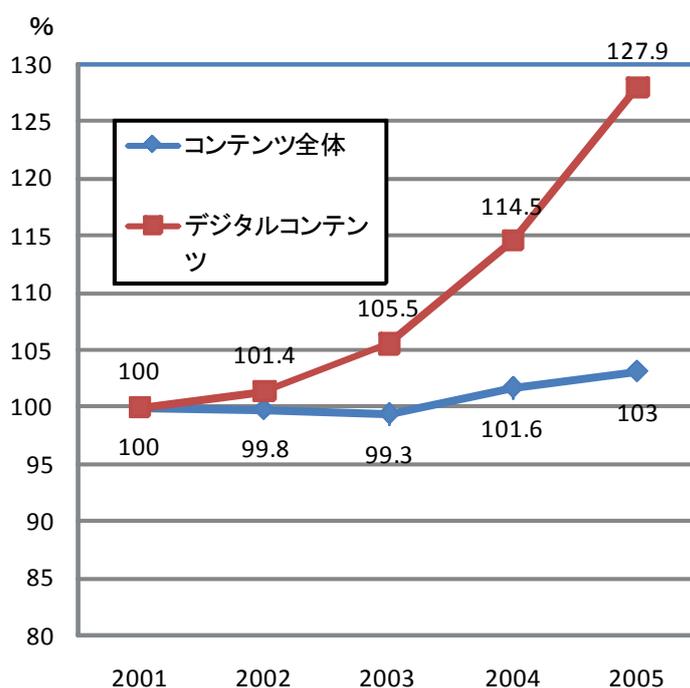
¹⁴ 東亜日報、2006 年 1 月 23 日。

2.2 日本のデジタルコンテンツの概況

(1) 日本のコンテンツ産業

①コンテンツ産業全体

日本のコンテンツ産業規模は約14兆円といわれている。そのうち全体の2割近くを「デジタルコンテンツ」が占めている。その比率は年々増加傾向にあり、コンテンツ産業全体は伸び悩んでいる中、急激な伸びを示している。



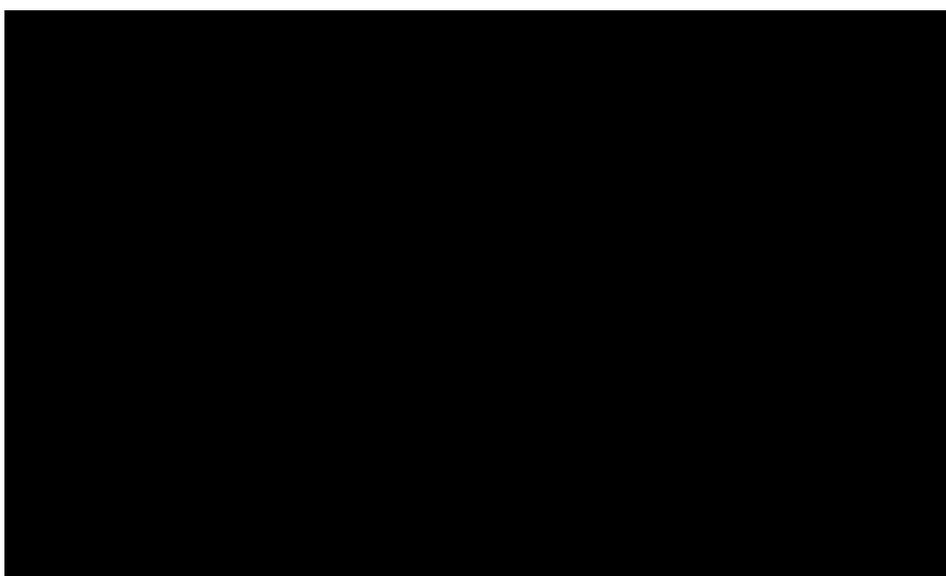
(注) デジタルコンテンツ白書 2006 より作成

図 2-5 わが国のコンテンツ産業およびデジタルコンテンツ産業の伸び率¹⁵

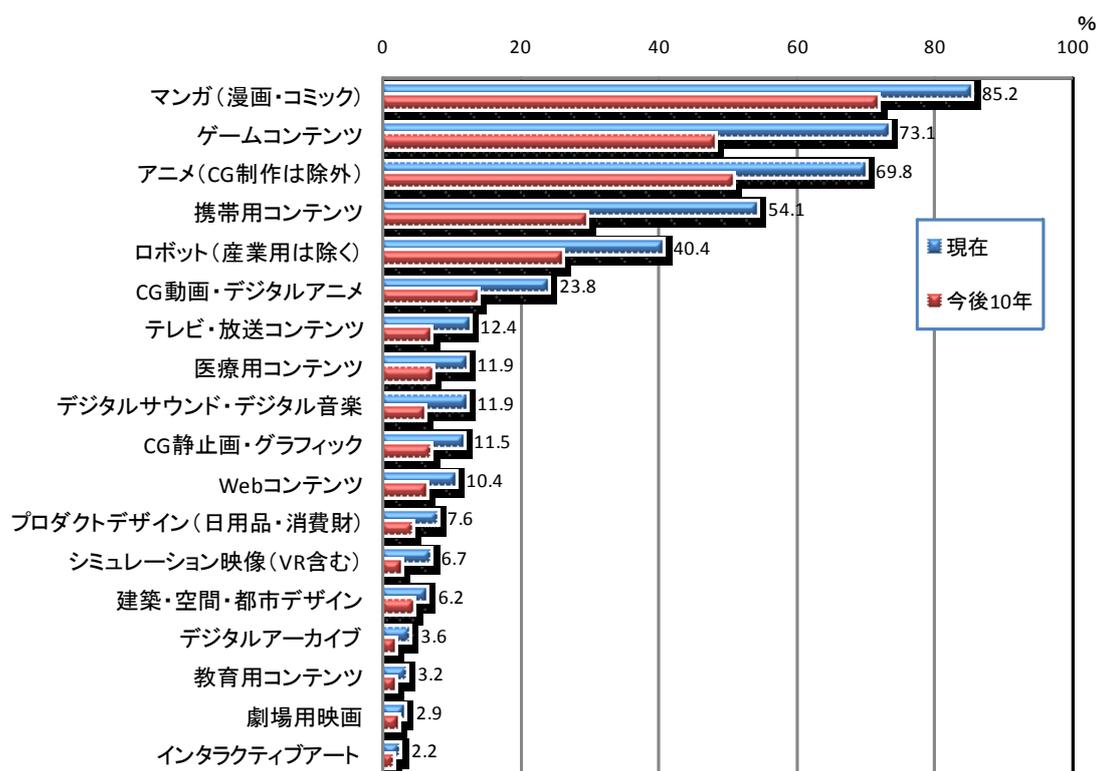
メディア別では、音楽・音声系コンテンツおよびゲーム系コンテンツのデジタル化は、早くから進んでいる。それに対し、映像系コンテンツの市場規模は大きいものの、デジタル化は遅れていた。しかし2011年の地上波デジタル放送への全面移行などを視野に、このところ急速なデジタル化が進んでいる（表 2-2）

¹⁵ 2001年の市場規模をそれぞれ100とした場合の伸び率を示す。

表 2-2 デジタル化が進む日本のコンテンツ産業



今回実施したアンケートでは、日本が諸外国に対して現在優位であると思われる分野は、「マンガ」、「ゲーム」、「アニメ」、「携帯用コンテンツ」が上位を占めている。この傾向は、今後10年間、大きくは変わらないと思われる。



(出典) 未来工学研究所ウェブアンケート 2007¹⁶

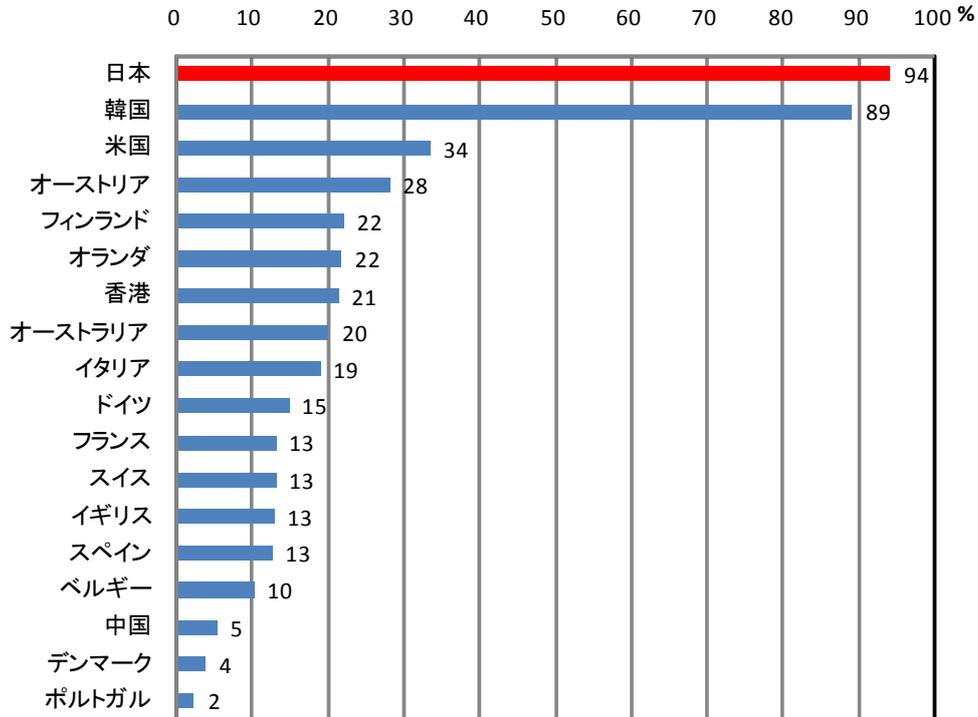
図 2-6 日本が諸外国に比べて優位と思われる分野（現在および今後10年間）

② モバイル系コンテンツ

¹⁶ 未来工学研究所がメディアアート、デジタルコンテンツに関心のある人に実施したウェブアンケート結果（2007年3月）から（有効回答871名）。以下、同様。

日本のデジタルコンテンツの中でも、最近伸びが著しいのが、モバイル系コンテンツ（携帯用コンテンツ）である。

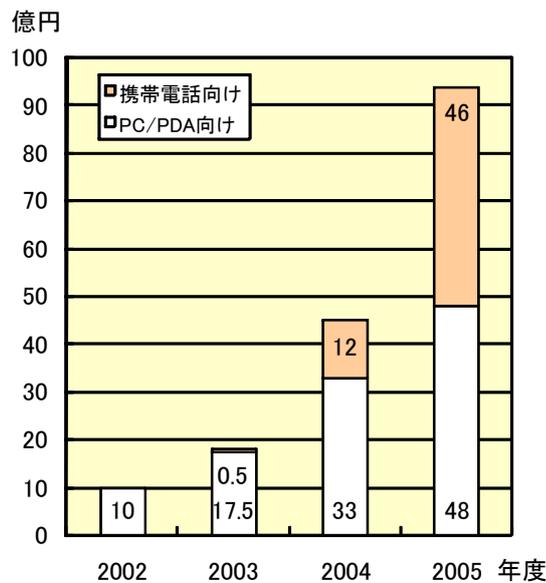
日本の携帯電話のインターネット対応比率は世界一である（図 2-7）。



（平成 17 年度情報通信白書より作成）

図 2-7 携帯電話のインターネット対応比率

現在急激に成長している電子書籍市場は、まだ 100 億円程度にすぎないが、近年は携帯電話向けの電子書籍が大きな比重を占めるようになってきた。



（出典）インプレス R&D「電子書籍報告書 2006」

図 2-8 急成長するケータイ向け電子書籍市場

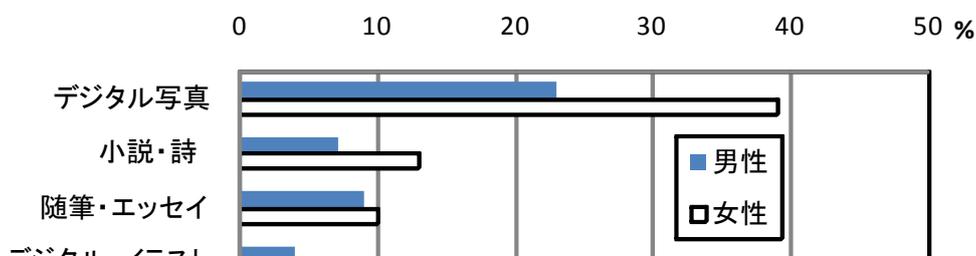
【コラム 3】ケータイ小説の台頭

2006年に発表されたわが国のベストセラー小説上位10傑のなかに、「ケータイ小説」が4作品入った。ケータイ小説の作家としては、プロの小説家以外に、高校生や OL とい

| タイトル(緑色は携帯小説から書籍化) | 著者 | 発行部数 |
|--------------------|-----------|--------|
| ①「東京タワー」 | リリー・フランキー | 200万部 |
| ②「陰日向に咲く」 | 劇団ひとり | 80万部 |
| ③「恋空(上・下)」 | 美嘉 | 計124万部 |
| ④「容疑者Xの献身」 | 東野圭吾 | 50万部 |
| ⑤「天使がくれたもの」 | Chaco | 40万部 |
| ⑥「翼の折れた天使たち(空)(海)」 | Yoshi | 計120万部 |
| ⑦「明日の記憶」 | 荻原浩 | 37万部 |
| ⑧「ロサンゼルスBB連続殺人事件」 | 西尾維新ら | 28万部 |
| ⑨「名もなき毒」 | 宮部みゆき | 29万部 |
| ⑩「Line」 | Chaco | 22万部 |

② パーソナルコンテンツ

上記の「ケータイ小説」は、高校生やOLといったいわばアマチュアが日常の生活感覚をベースにした作品を発表し、それらがベストセラーになっているが、このようないわば草の根系コンテンツは、最近ではCGC (Consumer Generated Contents) と呼ばれる。デジカメやインターネット、ブログなどの利用により、誰でも簡単にアート作品の制作やネットでの公開・投稿が可能な時代になった。自分で撮ったデジカメ写真、小説・詩、イラスト・映像など、ほとんどの分野において、男性よりも女性の実施比率が高くなっているのが特徴である(図 2-9)。



(出典) 未来工学研究所「パーソナルアート発信調査」¹⁷ (2007)

図 2-9 インターネット、携帯電話からのパーソナルコンテンツ発信

一方、世界規模で近年急速に成長しているブログだが、日本語のブログサイト数が、英語（39%）に次いで、世界で2番目のシェア（33%）を占めている（表 2-3）。世界に占める日本語人口比率がわずか1.8%であることからすると、日本語のブログが世界でも際立って普及していることがわかる。前述の日本でのパーソナルコンテンツの隆盛とも深く関連があることを示すデータといえよう。

表 2-3 日本語によるブログの世界シェア

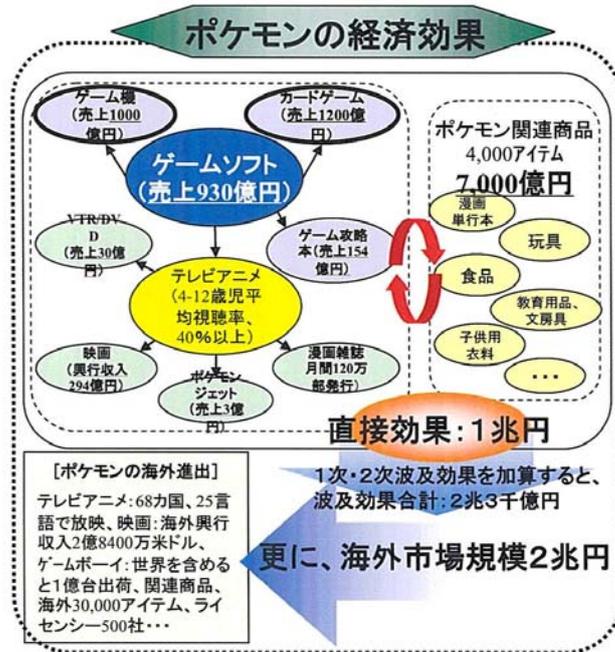
| 言語圏 | 全人口比 | 全インターネット人口比 | 全ブログ人口比 |
|-------|------|-------------|---------|
| 日本語 | 1.8% | 8.4% | 33% |
| 英語 | 9% | 35.2% | 39% |
| 中国語 | 14% | 13.7% | 10% |
| スペイン語 | 9% | 9% | 3% |

(出典) Technorati (2006.10) 他データより作成

【コラム4】ポケモンの経済効果

17

コンテンツ産業は、経済波及効果も大きい。例えば、人気テレビアニメの「ポケモン」は、アニメの売上以外に、関連ゲーム、ポケモン関連商品（いわゆるキャラクター商品）などを合わせた経済効果は1兆円、さらにこれに海外市場2兆円が加算され、合わせて3兆円の効果と試算されている。

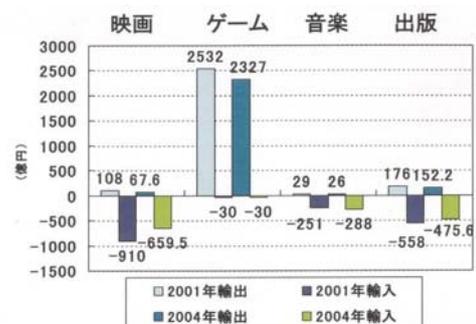


(2) 世界における日本のデジタルコンテンツの位置づけ

しかし世界に目を転じると、日本のコンテンツ産業は、対GDP比率で2.2%であり、米国の5.1%、世界の3.2%に比べても、かなり低い割合にとどまっている。個別分野でも、コンテンツ産業の海外収支は、ゲーム以外は、依然輸入超過である（図2-10）。

| 2004年 | コンテンツ規模 | GDP | コンテンツ/GDP | 海外売上/コンテンツ |
|-------|---------|---------|-----------|------------|
| 日本 | 0.1兆ドル | 4.6兆ドル | 2.2% | 1.9% |
| 米国 | 0.6兆ドル | 11.7兆ドル | 5.1% | 17.8% |
| 世界 | 1.3兆ドル | 40.9兆ドル | 3.2% | |

出所：世界銀行HP、DCAJ白書2006、DCAJ調査のデータより、コンテンツ課作成



出所：コンテンツ専門調査会第1回企画WG資料

図2-10 日本のコンテンツ産業の世界での位置づけ

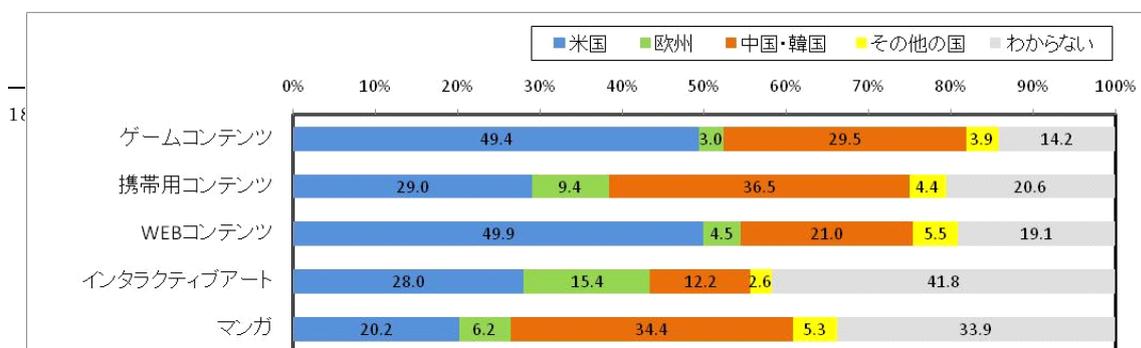
アジア諸国とのコンテンツの輸出入関係においては、全体としては輸出超過で

ある。ゲームが主な牽引力であるが伸びは鈍化傾向にある。出版、音楽にいたっては、わが国は完全に輸入超過である¹⁸。

(出典) 経済産業省資料

図 2-11 アジア諸国とのコンテンツの輸出入額の推移

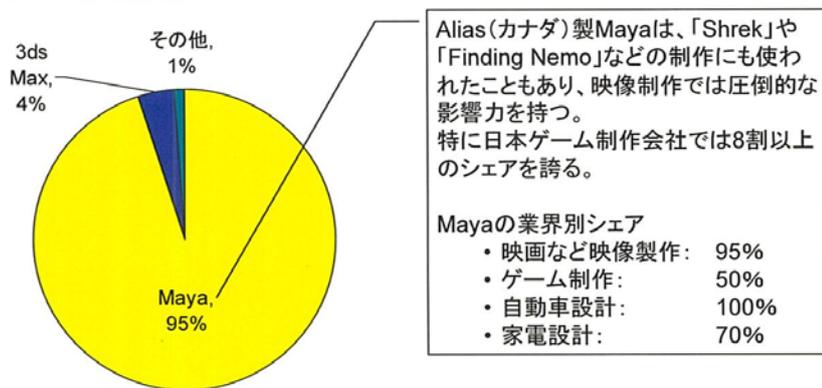
今回実施したアンケート結果では、今後の日本の競争相手としては、劇場用映画をはじめとして米国が多くあげられているが、携帯用コンテンツ、ゲーム、アニメなどの分野においては、中国・韓国が競争相手として認識されている。デザイン系コンテンツは、欧州が存在感を示している（図 2-12）。



(未来工学研究所ウェブアンケート 2007)

図 2-12 コンテンツ分野別の日本の競走相手国

一方、日本のデジタルコンテンツの技術的基盤は意外に海外依存度が高い。ゲーム制作ソフトこそ日本製の比率は高いが、それ以外のコンピュータグラフィックス映像制作ソフトは、ほとんど外国製である。



(注) (株) think 作成

図 2-13 コンピュータグラフィックス映像制作ソフトのシェア (2004)

2.3 日本のメディアアートの現況と課題

(1) 日本のメディアアートの位置づけ

メディアアート分野の世界3大イベントとして、米国における SIGGRAPH、欧州における ARS Electronica、そして日本のメディア芸術祭がある。

このうちメディアアートあるいはコンピュータグラフィックスの分野において、世界最大の学会でありイベントでもある米国の SIGGRAPH における日本の位置づけを概観する。

SIGGRAPH は ACM (米国コンピュータ・マシナリー学会) の SIG (special interest group) として、1974年に米国西海岸で生まれた。設立当初は、限られた参加者しかいなかったが、コンピュータの高性能化や CG の進歩を背景に、急速に参加者数を伸ばしていった(最盛期の1997年には、期間中に世界各国から5万人近い入場者数があった)。

しかし、最近は入場者数、出展企業数ともに横ばい傾向にある。

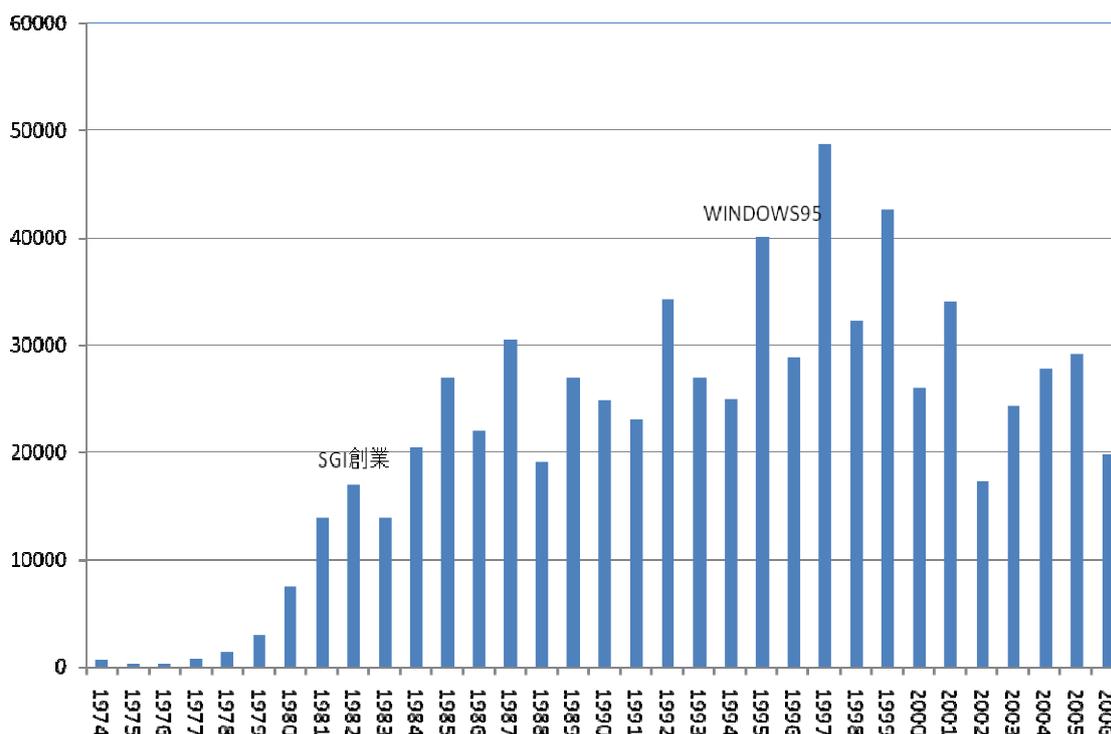


図 2-14 SIGGRAPH における参加者数の推移：1997年がピーク¹⁹

しかし、アジア（および中東）からの論文投稿数は近年増加傾向にある（図 2-15）。中でも、中国からの論文採択は近年、急速に伸びている²⁰（表 2-4 参照）。

¹⁹ 図 2-14～図 2-18 まで、SIGGRAPH におけるデータ・予稿集から引用・作成。

²⁰ 中国の場合、Microsoft Research ASIA(MRSA)との産学連携発表が主体となっている。

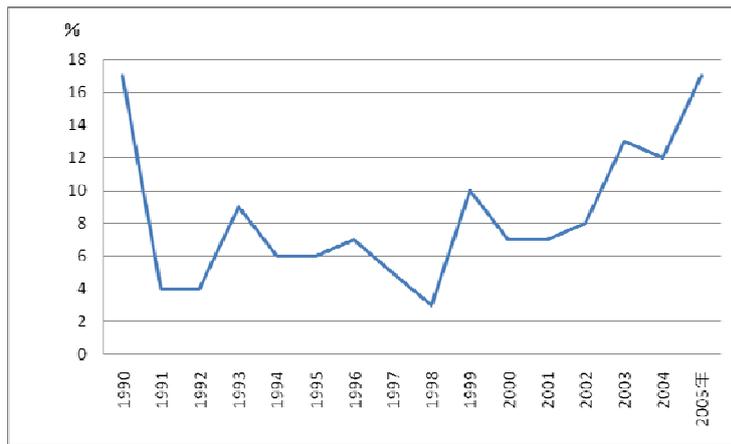


図 2-15 SIGGRAPH におけるアジアおよび中東からの論文採択比率

表 2-4 SIGGRAPH における日中の論文採択数の比較

| 総採択数 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| | 87 | 88 | 104 | 86 |
| 日本 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| 中国 | 3 | 4 | 10 | 14 |

SIGGRAPH における日本の位置づけを採択論文数で見ると、英文発表というハンディがあるにせよ、日本からの論文採択率は低いままで低迷している。

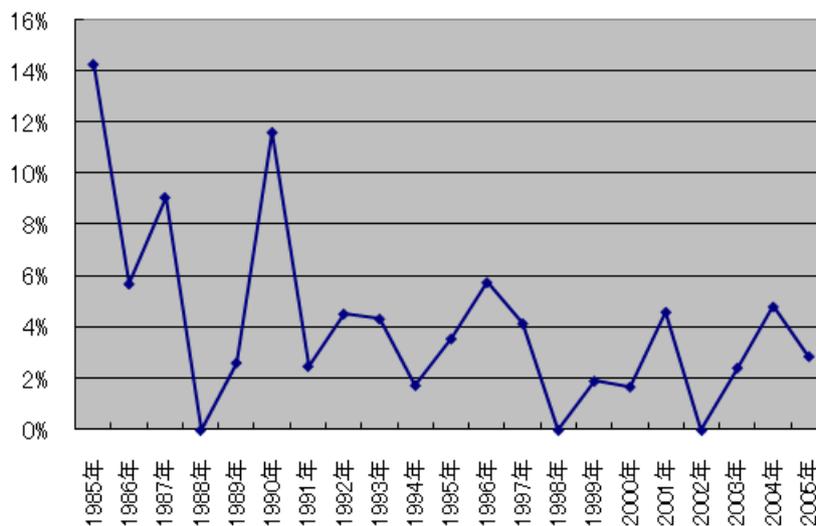


図 2-16 SIGGRAPH における日本からの論文採択率

(2) 日本のメディアアートの強み

しかし、SIGGRAPH において、日本からの採択シェアが高い部門がある。そ

これは先端技術展示を目的とした e-Tech(Emerging Technologies)部門である。

日本は平均して5割の採択シェアを維持している。コンピュータグラフィックス(視覚中心)の世界にとどまらず、インタラクティブ性の重視や、モノと組み合わせたハイブリッド型の展示が主体である。

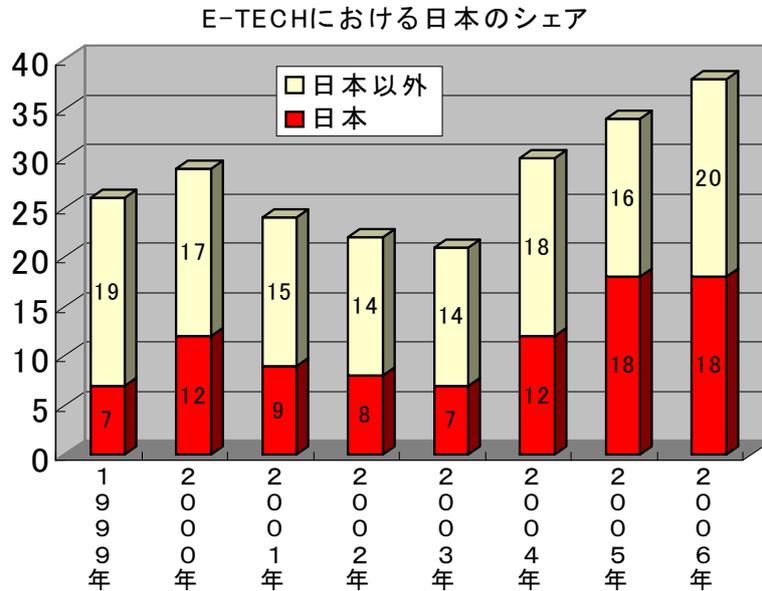


図 2-17 SIGGRAPH の先端技術部門 (e-Tech) における日本の作品の採択数

五感研究をベースにした日本発の e-Tech 発表作品例を、図 2-18 に示す。

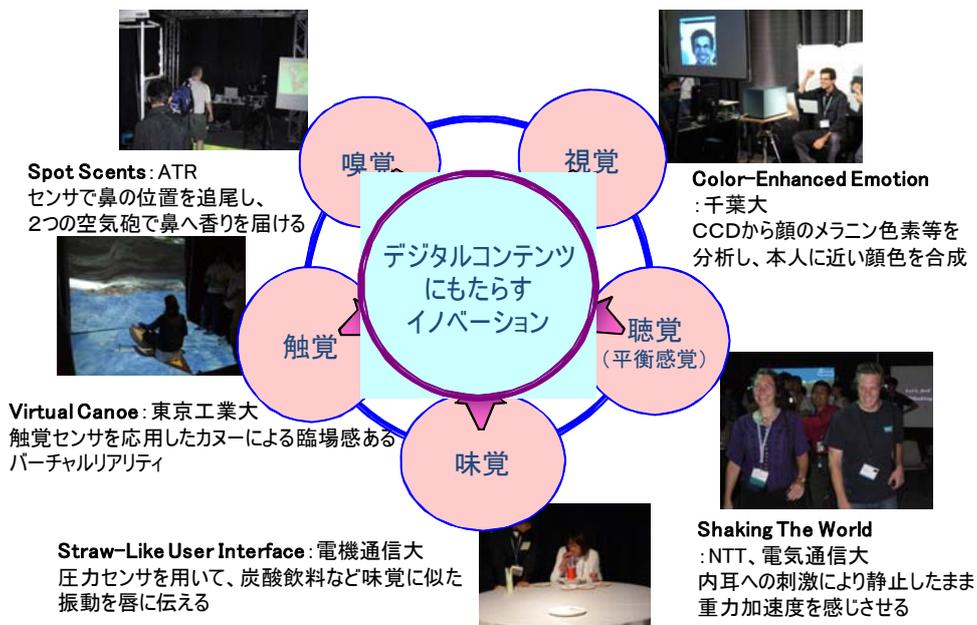


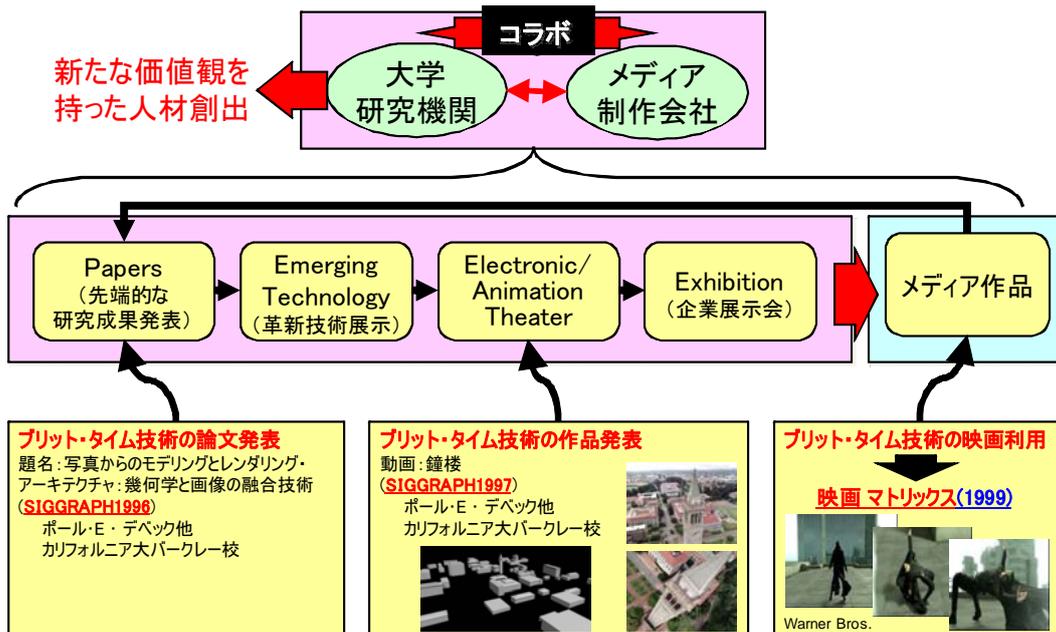
図 2-18 五感研究をベースにした日本からの e-Tech 展示例

【コラム5】SIGGRAPHにおける米国の産学連携

1999年にヒットした米国のSF映画「マトリックス」では、主人公が、飛来する弾丸を避けるシーンがスローモーションで表現され話題を呼んだが、この映像を可能にしたのが、複数のカメラで被写体を撮影したあとでコンピュータで合成するブリット・タイム(bullet time)技術である。

この技術の基本は、映画化に先立つ3年前、1996年のSIGGRAPHにおいてUCバークレーの研究者によって論文発表されており、翌97年には、この技術を使った作品がSIGGRAPHで発表された。SIGGRAPHという研究発表の場の水面下では、この技術を使った映画づくりが進行していたのである。米国の産学連携の実態を如実に物語っている。

一方、日本は、SIGGRAPHのe-Techでの入賞比率は高いが、それらの作品の中から、実際の製品やサービスとして世の中に出たものは、ほとんどない。大学での研究成果と産業がほとんど結びついていないのが現実である



2.4 アジアにおけるメディアアート

(1) アジア芸術科学学会および ASIAGRAPH

アジア芸術科学学会は、アジアにおける科学と芸術の融合分野の学術団体として、2004年7月17日に設立された。現在は中国、韓国、日本の研究者やCGアーティストを中心に、マレーシア、インドネシア、フィリピン、台湾も参加している。

2006年の大会は、上海（会場は上海音楽学院および上海工程技术大学）で開催され、日本からは作曲家富田勲他が参加し、音楽とデジタル映像の新しい接点が模索された。

「ASIAGRAPH」は、アジア独特の発展を遂げたCG・アニメ等のメディアアートと、科学が融合して開催される大型イベントである。主催組織は2004年に設立されたアジア芸術科学学会と2003年に結成されたCGアーティストの自主活動組織「アジアグラフィック」が一体化することで形成されている。現在は中国、韓国、日本の研究者とCGアーティストが中心となり、マレーシア、インドネシア、フィリピン、台湾からも参加している。2005年のアジア芸術科学学会大会で第1回展示が行われ、愛・地球博覧会でも展示が行われた。2006年は5月に横浜、6月に上海で開催された。

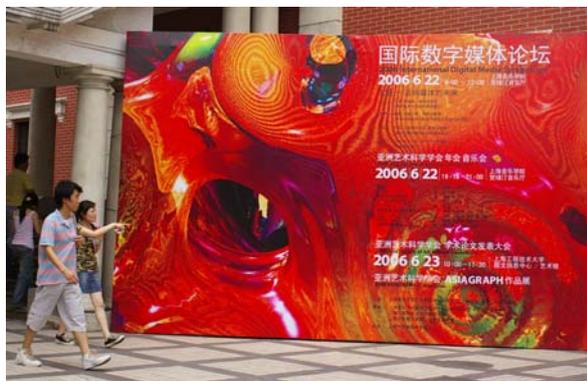


図 2-19 アジア芸術科学学会(上海 2006)

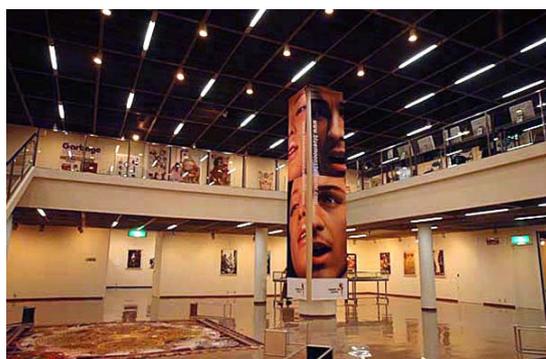


図 2-20 ASIAGRAPH 横浜の展示会場とワークショップの様子(2006年5月)

(2) ADADA

アジアデジタルアートアンドデザイン学会 (ADADA) は、日本、韓国を中心に東アジア諸国においてメディアテクノロジーを基盤とした人間の論理的思考と豊か

な芸術的感性との融合によって生まれるメディア芸術・デザインの方法論の確立を目指す学会である。アジアにおける特有な文化的特性を共通の問題として捉え、学際的研究、産業的展開に貢献しようとしており、アジアデジタルアート大賞を設けている。

九州大学源田研究室では、数年前からアジアの伝統芸能のデジタル化を手がけている。研究生には、アジアからの留学生も多い。2005年9月、ヨーロッパを代表するCGの学会EUROGRAPHICS 2005で、九州大学芸術工学研究院源田研究室から出品した韓国伝統芸能を題材にした3Dアニメーション「サムルノリ」が全アニメーション部門でグランプリにあたるPIXAR賞とSTUDENT ANIMATION PRIZEを受賞した(図2-21参照)。この作品は韓国伝統芸能のCGによる記録であるとともに、収集した3Dデータをもとに新たな作品を生み出すための運動の記述方法(ノーテーション)や舞踊構成のシンタクス(構成文法)をもちいた映像制作の手法の開発が行われた。

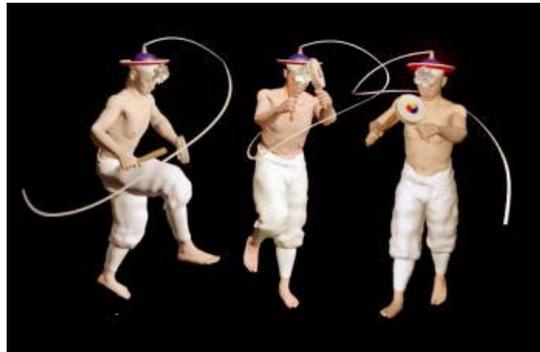


図 2-21 3D 表現による韓国のサムルノリ

(3) その他の動き

国外に目を転じると、韓国では、文化技術(Culture Technology)政策を国策として展開している。

また米国の大学のアジア進出も大きな動きとなりつつある。

たとえば、シンガポールにおいては、政府の投資で、米国NYU(ニューヨーク大学テレビジョン&シネマアカデミー)を誘致し、アジアの観光と映像産業の拠点化を狙っている。中近東のヨルダンでは、米国・USC(南カリフォルニア大学)の映画学部のノウハウ移転によって、ヨルダン王立映画大学院が創立される。

2.5 まとめと展望

第1章では、2011年から始まる第4期科学技術基本計画へ向けて、文化芸術的価値の創出をめざした科学技術政策の流れを概観し、第2章では、それを実現する具体的な分野としてデジタルコンテンツおよびメディアアートの現状と課題を見てきた。

次ページにおいては、このような一連の動向に加えて、日本がこれからの四半世紀において迎えるであろうと思われる未来潮流を、各種予測資料などをもとにまとめた。

未来へ向けての潮流は、次の5つのキーワードにまとめられる。それぞれの詳細については、3章および4章で言及する。

① デジタルコンテンツから「ヒューマンコンテンツ」の時代へ

21世紀初頭がコンピュータやデジタル技術を駆使したデジタルコンテンツの時代とすると、これに人間（ユーザ）サイドの脳科学、認知科学、ライフサイエンスなどを加味した人間特性に関する知見が加わった「ヒューマンコンテンツ」ともいうべき新たなコンテンツ体系が大きな役割を果たすようになる。

② 日本発の「高付加価値創造」

日本の優れたものづくり技術やロボット技術、あるいは日本の文化・風土や日本人の感性にねざした独自の高付加価値の創造が大きな意味をもってくる。

③ リアル世界とリンクした「デジタルライフ」の実現

ユビキタス技術やモバイル技術の進展に支えられて、コンピュータ内に閉じられたコンテンツから、日常のリアル世界（モノや都市空間）に、さまざまな形のデジタルコンテンツが埋め込まれた「デジタルライフ」が主流になる。

④ 異分野科学技術との融合・連携

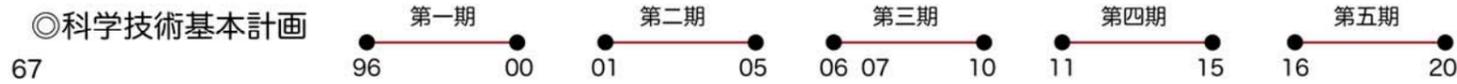
メディアアートやデジタルコンテンツの進化形を考えた場合、これまでのような先端情報通信技術やデジタル技術の活用に加えて、まったく新しい表現スタイルを可能にする新素材の開発や、前述の「ヒューマンコンテンツ」創造を支援する人間の五感や脳機能などに関連する先端科学研究分野との融合・連携が不可欠となってくる。

⑤ アジアを中心とした国際展開

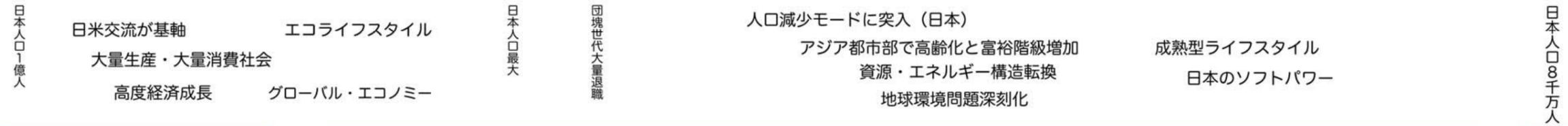
20世紀のメディアアートやデジタルコンテンツは、先行する米国のキャッチアップをめざして展開されてきた。21世紀においては、日本あるいはアジアに軸足を置いた国際展開が大きなトレンドとなるものと思われる。

文化に資する科学技術の未来ビジョン

◎科学技術基本計画



社会・経済動向



1950

1990

2000

2010

2020

2050

コンピュータ&メディア

高速&大容量化

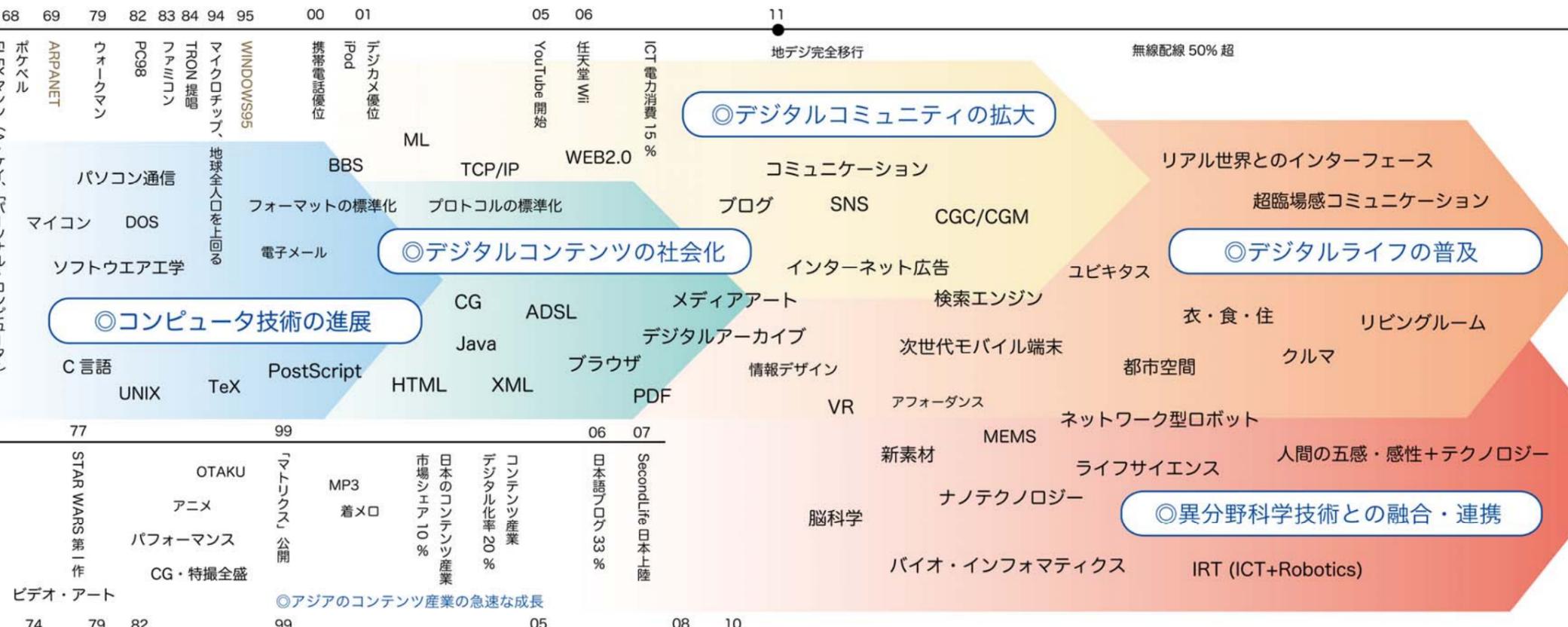
- ◎Personal Computing
- ◎Application

パーソナル化&ユビキタス化

- ◎Network-centered Computing
- ◎Application Service

デジタルライフ&ヒューマンインターフェース

- ◎Thing-centered Computing
- ◎Ambient Application



コンテンツ

アート&サイエンス

先端技術他

心の豊かさを実現する科学技術

科学技術に裏打ちされた文化力の発揮

米国技術のキャッチアップ

日本発の高付加価値創造

第3章 新たな研究領域を求めて

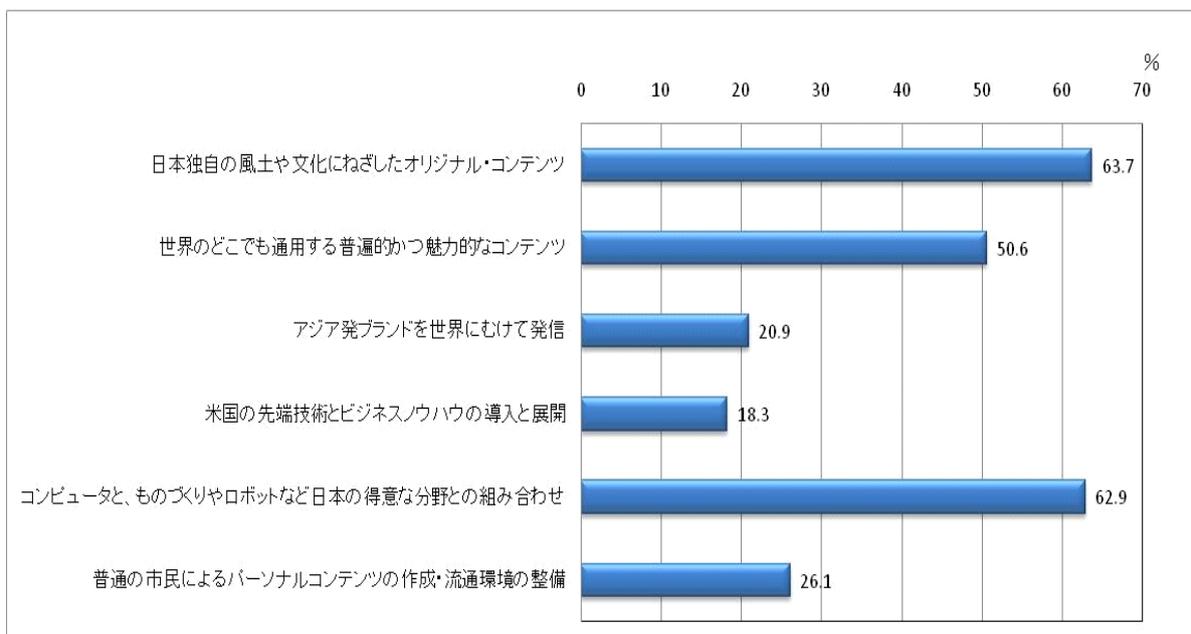
第1章では、文化的価値の創出に資する科学技術政策の動向を概観し、第2章では、科学技術と文化芸術の接点領域としてのデジタルコンテンツとメディアアートの現状と課題についてみてきた。本章および次章においては、今後、わが国が取り組むべき新たな研究領域および重点施策の方向性を展望する。

3.1 新たな研究領域の展開

すでに、第3章で述べたように、デジタルコンテンツおよびメディアアート分野において、日本はそれなりの位置を確保しているものの、アジア諸国の追いあげや技術的基盤の脆弱性などが指摘されており、グローバルかつ中長期的な視点から、新たな研究開発の方向性を打ち出す必要がある。

基本的には、①日本の「強み」を維持するだけでなく、さらに強化・発展させてゆくことと、②新たな研究領域を開拓する、という2つのアプローチがある。

今回実施したアンケートでも、日本のメディアアートやデジタルコンテンツ産業が生き残ってゆくための戦略分野として、「日本独自の風土や文化に根ざしたオリジナルコンテンツの開発」および「コンピュータと、ものづくりやロボットなど日本の得意な分野との組み合わせ」が上位にあげられている（図3-1）。

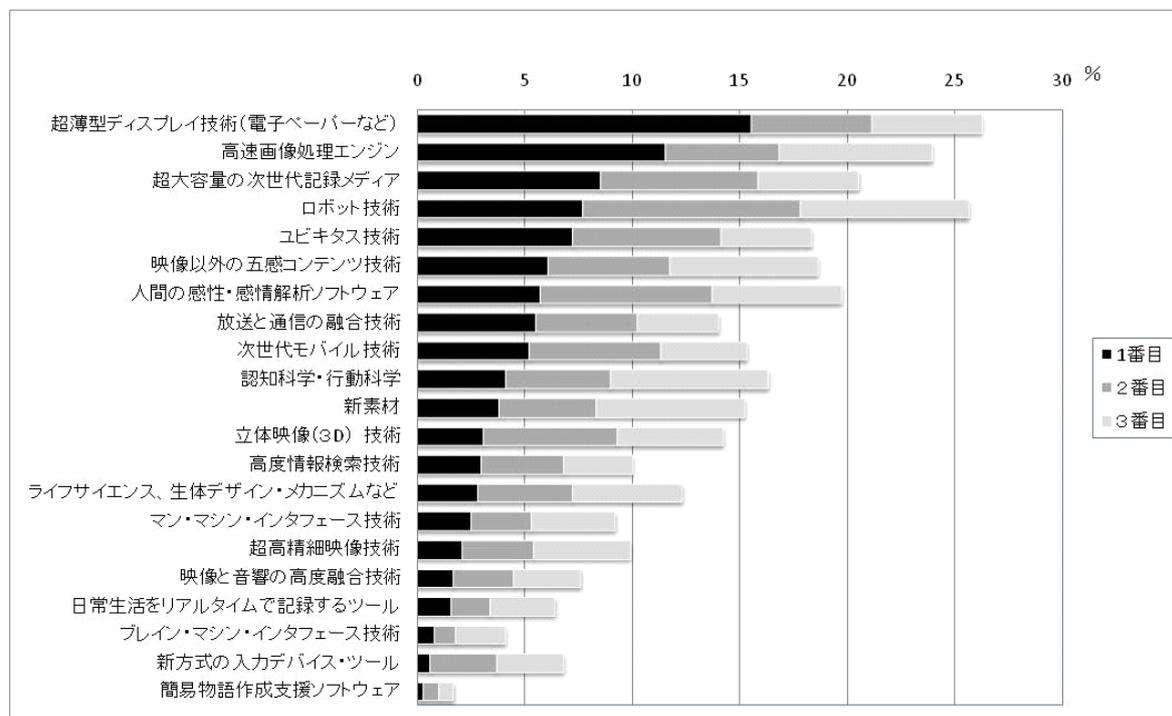


(未来工学研究所デジタルコンテンツ・アンケート 2007)

図3-1 日本が生き残ってゆくための戦略重点分野（複数回答）

この2つは、いずれも日本の「強み」を発揮するための重点分野である。

さらに、デジタルコンテンツの発展に必要な先端技術や新しい科学技術としては、図 3-2 のような項目があげられている。すなわち、超薄型ディスプレイ技術、高速画像処理エンジン、超大容量の次世代記録メディアといったハイパフォーマンス志向の基幹的な技術と並んで、「ロボット技術」「人間の感性・感情解析ソフトウェア」「映像以外の五感コンテンツ技術」さらには新たな科学技術領域としての「認知科学・行動科学」などである。



(未来工学研究所デジタルコンテンツ・アンケート 2007)

図 3-2 デジタルコンテンツの発展に必要な先端技術や新しい科学技術(上位3つ)

総合科学技術会議では、情報通信分野における戦略重点科学技術として、「世界と感動を共有するコンテンツ創造及び情報活用技術」があげられている(2006年3月)ことはすでに1章で紹介した(表 1-1)。具体的には、「クリエイティブ人材の育成」「感動を共有するインフラの充実」「情報の巨大集積化とその活用」という3課題の中で合計16の技術課題があげられている。

総務省がまとめた「ユニバーサル・コミュニケーション技術に関する調査研究会報告書」(2005年12月)においては、「高度コンテンツ創造流通技術」として、①専門家知識利活用技術、②ニーズ適応コンテンツ創造技術、③コンテンツ流通・提示技術、④五感コンテンツ技術の5分野があげられている。ここでは、情報処理、情報知識、言語情報・音楽・デザイン、心理学、認知科学といった広範な学問分野との係わりが整理されている。

これらでとりあげられた研究課題は、本報告書で扱う次世代デジタルコンテンツあるいは次世代メディアアートを振興するための研究課題とかなり重複する

部分を含んでいる。

これらの動向を踏まえ、今後の我が国における具体的な研究の方向性としては、以下の5つのアプローチが考えられる。

- ① さらなるリアルさの追求
：大画面・立体映像、超高速伝送ネットワーク、超高精細映像などのスーパーリアルを実現する技術。
- ② 脱コンピュータをめざしたハイブリッド型コンテンツの研究開発
：日本の得意領域であるものづくり技術やロボット技術とコンテンツの融合など。
- ③ 日本独自の風土や文化に根ざしたコンテンツの研究開発
：日本の文化・風土に根ざしたコンテンツ、さらにはアジアに共通の世界観や表現手法をベースにしたコンテンツの開発。
- ④ 基盤・共通技術の研究開発
：五感（とりわけ触覚、嗅覚など）や感性に関するコンテンツ、メディアアートの展開、新たなアート表現を可能にする新材料の開発など。
- ⑤ 関連する科学研究領域
：認知科学・脳科学などによる「人間の五感・情動の解明」のための科学技術、数理造形、生命科学・非線形数学などによる「アートの科学」など。

このうち、①「さらなるリアルさの追及」（大画面・立体映像、超高速伝送ネットワーク、超高精細映像などのスーパーリアルを実現する技術など）については、企業および国などにおいて、すでに先行的に研究開発が展開されており²¹、本報告書では、原則としてとりあげないこととする。

本章では、上記②～⑤のうちから、次世代デジタルコンテンツあるいは新時代のメディアアートの振興に求められる新たな研究領域を、図 3-3 のようにまとめた。

すなわち、以下の2つの領域および4つの分野である。

- 1) 日本が強みを発揮できる領域
 - ①脱コンピュータをめざしたハイブリッド型コンテンツの研究開発
 - ②日本の風土・文化にねざしたオリジナルコンテンツの研究開発
- 2) 基盤となる研究開発・科学研究領域
 - ③基盤・共通技術の研究開発
 - ④人間特性等の基礎科学研究分野

²¹ 総務省・NICT、企業などによる超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム」が2007年3月に立ち上がった。

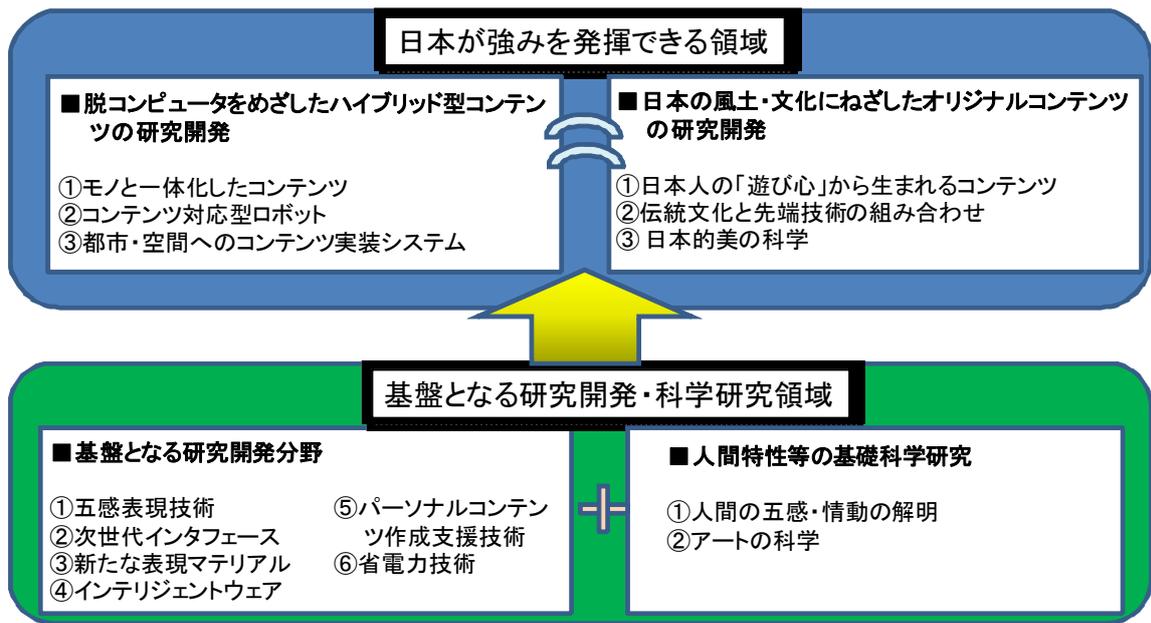


図 3-3 重点的に取り組むべき研究領域と研究分野

以下、それぞれの研究領域・研究分野について、研究の背景、最新の研究事例、具体的な技術課題などについて述べる。

3.2 脱コンピュータをめざしたハイブリッド型コンテンツの研究開発

～ITのみならず科学技術各分野を横断した総合的科学技术政策への展開～

これまでのメディアアートやデジタルコンテンツは、コンピュータ画面や投影スクリーン上において、視聴覚情報を中心とした表現・プレゼンテーションが主流であった。

しかし近年、コンピュータ・ディスプレイ内での表現、といった制約を取り払って、実世界において、様々のモノに連動した形で、メディアアートを展開する動きが大きな流れとなってきた。

具体的には、①モノと一体化したコンテンツ、②コンテンツ対応型ロボット、③都市・空間へのコンテンツ実装などがある（図 3-4 参照）。

元来、「ものづくり」は日本が得意とする領域であり、科学技術各分野を横断した形で、ものづくりと連動・一体化したハイブリッド型のメディアアートやデジタルコンテンツの研究開発が、日本の新たな活路を切り拓いてゆく²²。

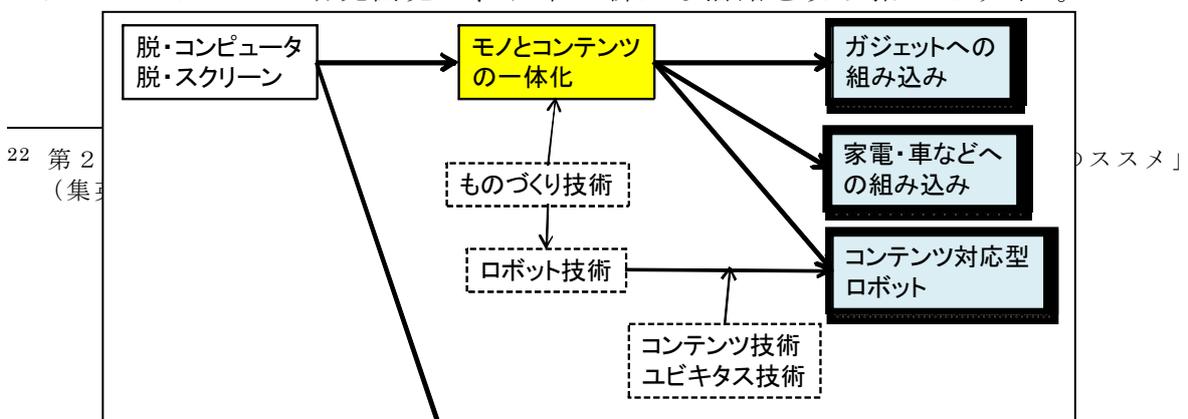


図 3-4 科学技術各分野を横断したハイブリッド型コンテンツの展開

(1) モノと一体化したコンテンツ

これまで主としてディスプレイ内でバーチャルな形で表現されてきたデジタルコンテンツを、「手に触れることが出来る」カタチに変換する研究がある。触覚をはじめとする新しいインターフェースの開発、ガジェット（小道具）へのコンテンツ組み込み、など方法は様々である。

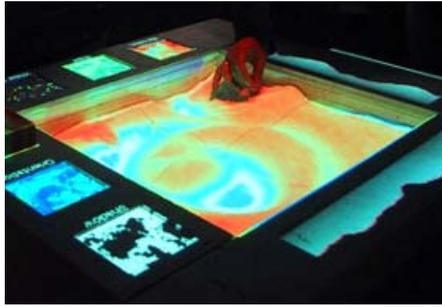
この分野の研究の草分けである MIT メディアラボの石井裕研究室では、現在の主流である Graphical User Interface(GUI)の根本原理に疑問を投げかけることからスタートした²³。GUI とは全く逆のアプローチをとり、直接操作が可能で、かつ複数のユーザーが同時に操作できるような協調型のインターフェースを目指すことにした。すなわち、情報（コンテンツ）に物理的実体を与え、直接手で触れて操作できるようにするという発想であり、これは **Tangible User Interface(TUI)**と名付けられた。

Tangible とは「触れることが出来る」という意味である。これは単に「触って感知できる」だけでなく「明確な」「実在する」といった意味を持つ。石井は、**Tangible** に、デジタル情報の単位を意味するビットという言葉を組み合わせ、**Tangible Bits** と名づけた。ビットは抽象的な概念で手で触れることが出来ないが、これに物理的実体を与えることによって、直接手で触れて操作できるようにし、その実在性を明確にしようというのが基本的なコンセプトである²⁴。

技術的には、コンテンツに「触れることが出来る」ための触覚センサーをはじめとする触覚インタフェースが大きな役割を果たす。

²³ 巻末資料（米国調査）およびメディアラボのサイト <http://tangible.media.mit.edu/projects/> 参照。

²⁴ 発想の原点は、操作を体感できるそろばんや自動車のステアリング（ハンドル）などにある。



SandScape

砂を媒介にして、デジタル空間をデザインする



musicBottles

瓶の蓋をとると、それぞれの楽器の音色が聞こえる

(MIT メディアラボ・石井研究室)

図 3-5 デジタル世界とリアル世界を結ぶ (Tangible Bits)

Tangible Bits の技術は、テーブル上の手の動きをもとに電子音楽を共同で作曲できる Audiopad や、NTT コムウェアとの共同研究による TUI 型のネットワーク管理システムにも応用されている。

(2) コンテンツ対応型のロボットの研究開発

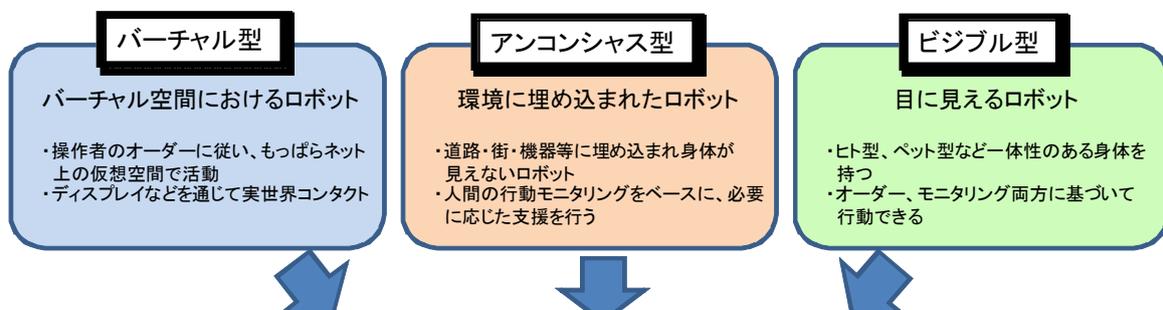
「ものづくり」と「デジタルコンテンツ」が一体化する新たな分野のひとつに、ロボットとコンテンツの合体があげられる。

世界で稼働する産業用ロボットの4割は、日本製であり、圧倒的な世界シェアを保持している。今後は、産業用ロボット以外に、家庭用ロボット、エンタテインメント・ロボットの伸びが大きいと予想されている。

これまで日本が開発してきた非産業用ロボットとしては、AIBO などのペット系ロボットや ASIMO、QRIO などのヒト型ロボットがあるが、主としてヒトとの簡単な会話機能や運動系プログラムが組み込まれていた。

今後、日本が得意とするロボット分野に、さまざまなコンテンツを盛り込むことにより、ロボット技術とコンテンツを組み合わせたハイブリッド型の展開が期待される。

具体例なアプローチとしては、いわゆる自律型ロボット(ヒト型あるいはペット型)にコンテンツおよびコミュニケーション機能を付与する方法と、車(カーナビ)、家電製品などにコンテンツを組み込む方法がある(図 3-6 参照)。



(注)「ネットワーク・ロボット技術に関する調査研究会」報告書より作成

図 3-6 ネットワーク・ロボットに必要な機能と技術開発分野

ロボット・コンテンツに期待する分野としては、「ニュース・天気予報」(8割)、「音楽」(7割)、「英会話などの教養番組」(6割)が上位を占めている²⁵。

図 3-7 は、音楽コンテンツ再生プレーヤーを内蔵して室内を動きまわる音楽ロボットの製品例(商品名 **miuro**)である。同製品を開発した **ZMP** 社はすでに 2 足歩行ロボットの開発実績もあるが、**miuro** では車輪移動型が採用された。カメラや距離センサーなどによる自律移動機能により部屋内を自動的に移動したり、ユーザーの指示により、任意のリスニングポイントに移動させることができる。



(ZMP 社資料)

図 3-7 音楽に合わせて動き回るロボット (miuro)

(3) 都市・空間へのコンテンツ実装システム

²⁵ 「ロボットメディアビジネスの展望と戦略」(アクウェリアス社、2006年11月)より。

①都市型映像ディスプレイ

建築物・都市空間・移動空間（電車内など）にデジタルコンテンツやメディアアートを組み込むことはすでに実用化されており、電光掲示板や屋外広告ディスプレイは、ますます大画面化・高輝度化する傾向にある。

MITメディアラボの Dr. Pattie Maes は、Flexible Urban Display というプロジェクトで、都市空間において従来の LED ディスプレイよりも柔軟性を持った形でプログラム可能な表面形成の可能性を研究している。スクリーンはモジュラーLED タイルで作られ、折り曲げたり、色々なアレンジをすることにより表面がカーブ状となったりあるいは3Dディスプレイとなる。タイルにはシリコン製を用いることにより光の発散と同時に耐水性を持たすことが可能となる²⁶。

今後は、通行する個人の特性にあわせたインタラクティブな広告やアートディスプレイが開発されるものと思われる²⁷。

②領域型展示

小型軽量のウェアラブルコンピュータと、実空間に埋め込んだRFタグを組み合わせることで、現実の都市空間、オープンスペース、公共スペースなどで、それぞれの場所を移動する個人に対して、様々なコンテンツを自由に提供するという「領域型展示」という新しい試みも始まっている²⁸。



(東京大学廣瀬研究室・DCIJ)

図 3-8 愛知万博における領域型展示の企画提案

博物館、美術館といった施設内での展示から、現実の物理空間や自然環境の中において、リアルタイムで五感情報が体感できる仕掛けとなっている。展示以外に、観光・タウンガイド、障害者・外国人の生活サポート、あるいは災害時の緊急誘導ツールなどとしての役割も期待されている。

③プラズマ発光を用いた3次元映像表示

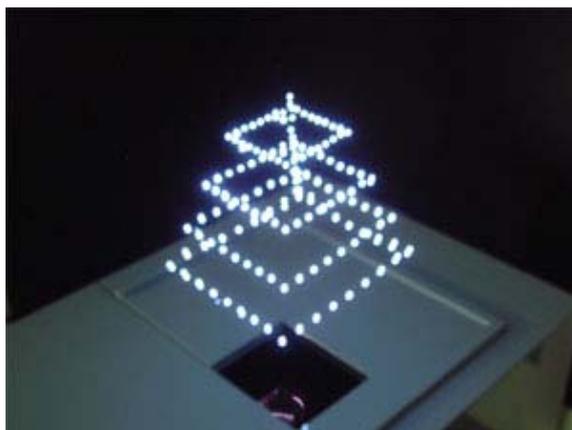
²⁶ 資料2-2を参照。

²⁷ 2002年に公開された米国のSF映画「マイノリティ・レポート」参照。

²⁸ オープン空間でのリアルとバーチャルが重畳したmixed reality(MR)の一種ともいえる。現在、JST戦略的創造推進事業の中の「デジタルパブリックアートを創造する技術」(東京大学廣瀬研究室)において研究開発が行われている。

産業技術総合研究所は、慶應義塾大学（理工学部内山太郎研究室）、（株）パートンと共同で、空気以外なにも存在しない空間にドットアレイからなる3次元映像を表示する装置の試作に成功している²⁹。

これまでの多くの3次元ディスプレイ技術は、人間の両眼視差を利用する3次元表示方法であり、視野制限や虚像の誤認識による生理的不快感などがあったが、これはレーザー光で焦点近傍の空気をプラズマ化し発光させる方式である。レーザー光（赤外パルスレーザー）の焦点位置を3次元空間中に自由に制御することで、空中に実像としてのドットアレイからなる3次元映像の表示を実現した。



（出典）産業技術総合研究所

図 3-9 3次元空間描画装置を用いて表示した3次元画像

（露光時間 3 秒、F=4.5）

これまでも、アート活動やイベント会場などでレーザー光を使ったディスプレイ装置はあったが、いずれも、スクリーン、煙幕、噴水などにレーザー光を照射させる方式であった。

この研究は、現在は、JSTの戦略的創造研究推進事業（CREST）研究領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」における研究課題「自由空間に3次元コンテンツを描き出す技術」（チームリーダー 斎藤英雄 慶應義塾大学教授）において、「空間立体描画」技術のハードウェア技術とコンテンツ技術の開発、および市場化研究として推進されている。

²⁹ 以下、産業技術総合研究所プレスリリース（2006年2月7日）記事からの引用。

3.3 日本の文化・風土にねざしたオリジナルコンテンツの研究開発

わが国のメディアアートが、より高いオリジナル性を求めていくには、日本あるいはアジア独自の文化や風土にねざしたメディアアートの展開が求められる。

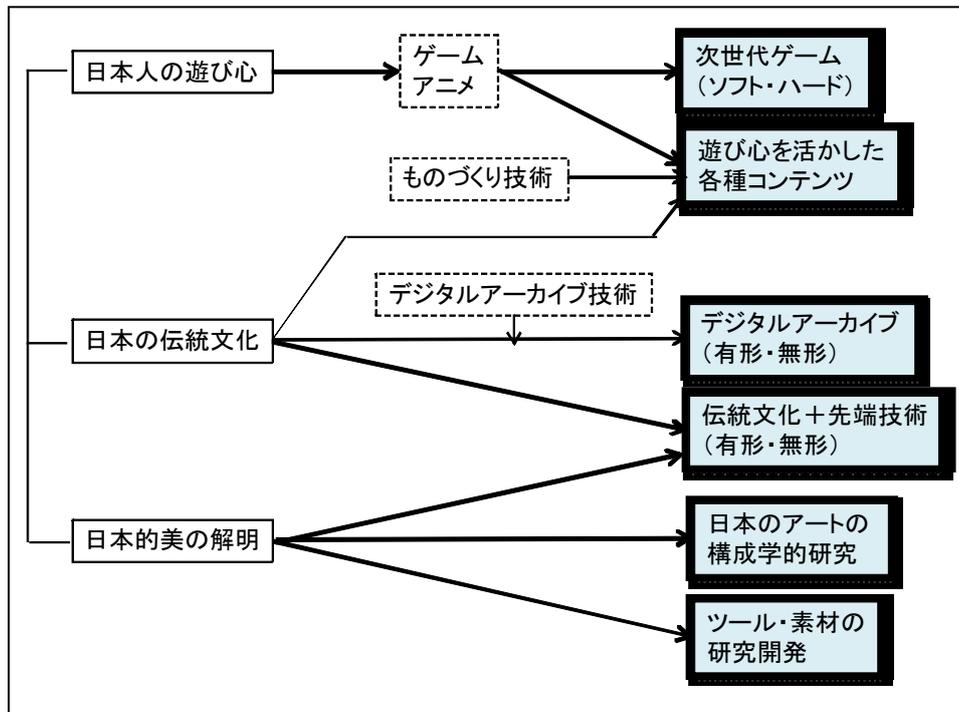


図 3-10 日本の文化・風土に根ざしたオリジナルコンテンツの展開

具体的な分野としては、①これまで日本の文化と風土の中で培われてきた日本人の「遊び心」から生まれる様々なコンテンツ、②日本の伝統文化と先端技術が結びついた有形・無形のコンテンツ、およびそれらの背景にある③日本的美の解明、などがあげられる。

(1) 日本人の「遊び心」から生まれるコンテンツ

日本は、世界にも類を見ない「遊びの文化」を国民レベルで築いてきた。絵巻物、浮世絵、黄表紙、俳句、川柳、カルタから、近年の漫画、アニメ、ゲームソフトにいたるまで、その文化的遺産は、現在まで脈々と継承されている。

そのうち、わが国のゲーム産業の動向についてはすでに 2 章で述べた通りであるが、ゲーム市場において、常に新たな分野を開拓・リードしてきた任天堂はその典型例といえよう。任天堂の前身は、明治 22 年創業のカルタ・花札のメーカーである。

かつて爆発的なブームを引き起こしたファミコン市場が飽和すると、同社は、

任天堂DSにおいて、学習ソフト、電子辞書、料理レシピ集など、従来のいわゆるテレビゲームの枠にとどまらない、老若男女が楽しめるソフトのシリーズを発売し、ヒット作を量産している。中でも、脳の活性化を促進できるとする「脳を鍛える大人のDSトレーニング」は、中高年を含む幅広い年齢層に受け入れられ、ブームの火付け役となった。

幅広い階層に受け入れられる魅力的なコンテンツ開発と、継続的な技術開発（かならずしも最新技術とは限らない）の組み合わせは、動きセンサーなどを内蔵した体感型ゲーム機Wiiにおいても継承されている。

同社において、様々のヒットゲームを生み出してきた宮本茂(情報開発本部長)は、Wiiの開発裏話として、以下のようなコメントを語っている。

「うん。ひと言でいってしまうと、(開発者たちは)みんなすごく楽しそうですよ。やっぱりここ数年の流れの中で、ソフトのチームは全体として新しいことをやっていかないと大勢の人に遊んでももらえないぞという危機感をずっと持っていましたから。そういう危機感や、逆にそこをブレイクスルーする喜びというのは、DSを経験してすごく強くなっていますんでね。発想の枠が取り払われる喜びで突っ走ってます。」³⁰

ゲーム開発が厳しい中、トップをゆく任天堂の開発者たちの「遊び心」がキーワードとなっているのである。

2007年夏には、同社から生体センサーを装備したヘルスパック(仮称)というソフトが発売される予定であり、ゲーム感覚で健康管理を行うことをめざしている。



図 3-11 任天堂のWiiとコントローラ

次に、日本人の「遊び心」を、伝統文化とメディアアート&デザインで実現した事例を紹介する。

慶応義塾大学の稲蔭研究室においては、伝統的な和障子とデジタル映像を連動・融合させたプロジェクトPAPYRUSを開発している。

障子を開閉すると、障子に映る蝶が木から離れて舞い、映り込む人影に反応して、蝶の影が指先にとまるといった具合に、障子を介して和のインタラクティブ空間が出現する。技術的には、各種センサーが、人の動きを常時モニタリングし

³⁰ 任天堂サイト「社長が訊くWiiプロジェクト」より。
<http://www.nintendo.co.jp/wii/topics/interview/vol2/01.html>

ている。



図 3-12 PAPYRUS (IMGL COLLECTION 2006)

【コラム6】メディアアーティスト八谷和彦と「遊び心」

「遊び心」が反映された一例として、無味乾燥になりがちな電子メールソフトに、かわいいキャラクター達の動きを取り込み、大きな成功をおさめた **PostPet** (ポストペット) がある。単なる電子メールの送受信機能に留まらず、ソフトに内蔵されたペットによるメール配達、ペットの育成、コミュニケーションなどが可能で、愛玩メールソフトとも呼ばれる。

PostPet の産みの親であるメディアアーティスト八谷和彦は、現在、一人乗りの人力飛行機開発プロジェクト **OpenSky** にも取り組んでいる。八谷自身は、「テクノロジー、アート、デザインの共有領域の仕事」をしていると認識している。その根底にあるのは、広い意味での「遊び心」である。



(出典) Sony Entertainment
PostPet



OpenSky2.0

(2) 伝統文化と先端技術の組み合わせ

日本のみならず、中国・韓国などにおいて、自国の伝統文化や文化遺産をデジタルアーカイブ化する動きがある。

これらは保存が主な目的であるが、メディアアートやプロダクトデザインの領域において、日本やアジアの独自性に着目した作品や製品が生まれている。

京都の友禅染の作家である川邊祐之亮は、デザイン学校を卒業後、自宅に戻りCGによる友禅文様の試作研究をはじめた。京都デジタルアーカイブ研究機構（のちに京都デジタルアーカイブ研究センター）での研究を経て、CG友禅の商用化をめざした³¹。2001年、ミズノ(株)より、「着物の国の水着です」SPEEDO YUZEN STYLE を発表し、和系グラフィックデザイン制作専門会社として(有)ジャパンスマイルシステムを立ち上げた。着物の柄としては見慣れた友禅デザインを水着という従来とはまったく異なる分野に採用したことにより、新鮮な驚きをもって受け入れられた。2002年、友禅スタイルの水着は、3万枚売れた。

CGアーティストの河口洋一郎は、伝統芸能（日本舞踊）のパフォーマンスにリアルタイムでシンクロするCG映像システムを開発した。

友禅染の伝統工芸技術を
ベースに、CGで新製品開発



アテネ五輪のシンクロ水着

伝統芸能とCGのパフォーマンス



東京大学・河口研究室

図 3-13 日本の伝統文化・伝統技術と科学技術の連携

（3）日本的美の科学

いわゆる日本的な美について、近年その構造の科学的解明や再現技術が進展しつつある。

①北斎の浮世絵の構図

葛飾北斎（1760年～1849年）は江戸時代の化政文化を代表する浮世絵のひとりであるとともに、ゴッホなど海外のアーティストにも多大な影響を与えた。

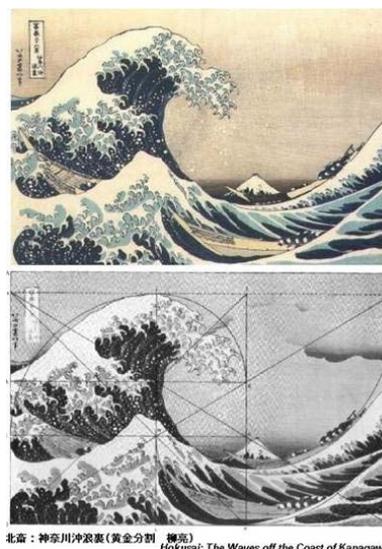
北斎の絵にはひとつの大きな特徴が見られる。北斎はいきなり筆を走らせずに、

³¹ 友禅模様は、ドロー系グラフィックソフト Adobe Illustrator で制作される。

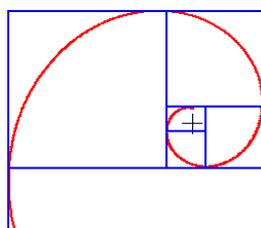
ぶんまわし（コンパス）や定規を使って画面の構図を緻密につくりあげ、それに沿って絵を描いていくという方法をとった。北斎の代表作である『富嶽三十六景』などの思わずひきこまれる画面は、アートというよりは工学的方法の積み重ねによって生みだされた。

右図は『神奈川沖浪裏』（1834年）である。ダイナミックな波のあいだから小さく富士を望む図であるが、この富士の位置も大きさも計算されたうえでおかれている³²。

また、波の構図にも注目したい。画面の大きな長方形の辺の比率が黄金比（1:1.618）をなし、その対角線からさらになかに正方形をつくり、その正方形の一辺を半径とする円弧を結ぶことで黄金比の螺旋を描く。そしてその螺旋に沿うように波を描いていく。黄金比がなぜ人に美を感じさせるのかはまだ解明されてはいないが、黄金比が美をもたらすことは洋の東西を問わず古くから知られていた。今後は、脳科学、認知科学など先端科学技術の成果の活用が必要となってくるであろう。



北斎：神奈川沖浪裏（黄金分割） 柳亮
Hokusai: The Waves off the Coast of Kanagawa.



②石庭の美学

日本文化を代表する庭園空間のひとつに、京都龍安寺の石庭がある。庭内は一木一草も用いず、地表に白砂を敷き15個の自然石が配されている。

この石庭の美を、科学的な視点で解明したのが、南アフリカ共和国から京都大学に奨学研究生として来日していたトンダー博士（現京都工芸繊維大学）である。博士は、石庭の美、とりわけ「静寂の美」を解析するにあたり、石と石の間の何も無い空間、日本語でいう「間」（ま）に着目した。このような視覚的手がかりと刺激の問題に、独自の数学モデルを適用し、龍安寺の石庭を解析した。具体的には石庭にある15個の石の間のそれぞれの中心軸を求めた。その結果、次ページに見るように、ひとつの方向へ向かって中心軸が収束していった。すなわち、古来から石庭の鑑賞場所としてもっとも適したといわれる「方丈」（赤い四角形の部分、○印には仏像が安置されている）である。

³² 柳亮『続・黄金分割』美術出版、1977年

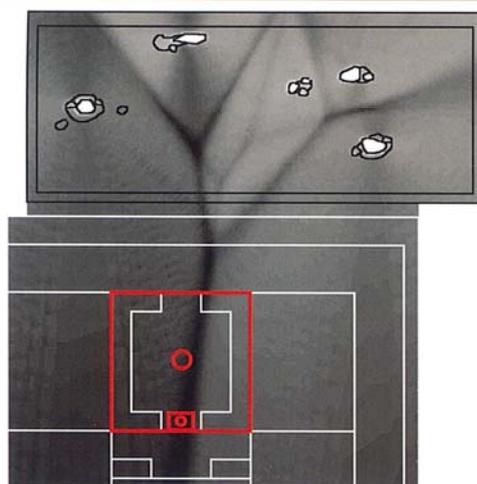


図 3-14 龍安寺石庭の数学モデル構造

博士らの研究で、龍安寺の古典的な鑑賞地点（方丈）が、観察者の中心と対象物の中心が一致した場所であることが解明した。さらに、中心軸の構造を詳細に見ていくと、部分と全体が二股に分かれた樹木のような形をしていることがわかった。これは樹木の枝ぶりや河川の流域の姿などと同じで、部分と全体の形が常に似たような形になる「フラクタル図形」とよばれる構造となっている。龍安寺石庭の美の秘密の一端が、海外からの認知科学研究者により解明されたのである³³。

③わび、さび、古色などのエイジング科学

日本文化の特質のひとつに、経年変化や自然風化に独自の価値の見出す傾向がある。「使い込む」あるいは「なじむ」といった持続的使用価値についても、独自の文化を築いてきた。

このような時間的変化の再現をコンピュータ内で行うことも可能になってきた。例えば、孢子分布、温度・湿度のパラメータなどを付与すればコケやカビなどの成長モデルを描くことができる。コンピュータによる古色（枯色）表現などが可能になるばかりでなく、文化財の保存技術への応用も考えられる。

また、陶芸における釉薬の焼成の化学変化をモデル化することにより、名器の再現や自由な作品づくりのシミュレーションが考えられる³⁴。

一方、墨絵や日本画の微妙な質感についても、墨や絵の具の細かいパーティクルをモデルとして和紙への付着・浸透・定着プロセスを計算することも可能である。

³³ 未来工学研究所「日本文化と科学が会う」

³⁴ CG-ARTS 協会「デジタル映像表現」

3.4 基盤・共通技術の研究開発

(1) 五感表現技術

一般的に、感覚とは、外部環境や身体内部からの刺激によって生じる意識内容の変化をさすが、その内容は多岐にわたる（図 3-15 参照）。

これまでのメディアアート（デジタルコンテンツ）は、視覚を中心とした、よりリアルで高精細な表現手法を探究し、それらを実現する技術開発が行われ、そのような作品が作られてきた。

日常生活において、人間が処理する情報の 8 割が、視覚系の情報といわれるが、現実には、視覚以外にも聴覚、触覚、嗅覚、味覚といった五感情報が大きな役割を果たしている。しかし、視覚および聴覚以外の感覚については、その作用メカニズムは必ずしも十分に解明されているわけではない。また、感覚の再現やコントロールも容易ではない。

| |
|-----------------------------|
| ・ 特殊感覚 視覚、聴覚、味覚、前庭感覚 |
| ・ 表面感覚 触圧覚、温覚、冷覚、痛覚 |
| ・ 深部感覚 運動覚、位置覚、深部圧覚、深部痛覚 |
| ・ 内臓感覚 有機感覚（空腹感、吐き気）、内臓痛 |

図 3-15 人間の感覚の分類³⁵

①五感科学技術

研究分野としては、触覚、嗅覚、さらには味覚などをデジタル情報処理・再現・伝達する「五感科学技術」の研究開発およびアート領域への応用に関する研究がある。

技術的には、五感に関わるセンサー技術、デジタル処理プログラム、アクチュエーター開発、伝送システムなどの研究開発テーマがある。

東京大学廣瀬研究室では、視覚や聴覚に比べて研究開発が遅れていた触覚（haptic）ディスプレイや、嗅覚ディスプレイの試作・開発を行っている（図 3-16、図 3-17 参照）。触覚については、モノをつかんだり触れたりした時に、物体からの応力のみを感じるものから、素材の微妙な手触り・質感（テクスチャー）を識別できるものまで幅がある。後者のテクスチャ認識・再現する技術としては、現在は、微細なアクチュエーターで再現する方法が主流となっている。

³⁵ 廣瀬通孝による。

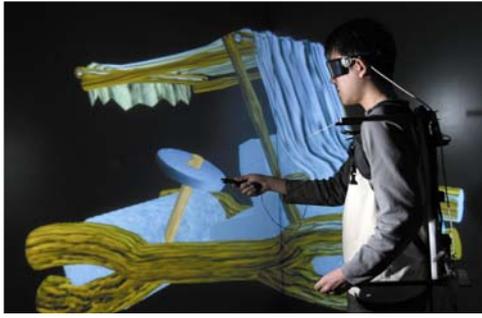


図 3-16 触覚ディスプレイ



図 3-17 ウェアラブル嗅覚ディスプレイ

(出典) いずれも東京大学・廣瀬研究室

②五感表現アート／デザイン

最先端のメディアアートにおいては、五感を活用した様々の新しい表現やデザインが探求されている。

五感デザインの商品のひとつに、環境・状況・情報の変化に応じて球体表面の色が微妙に変化する **Ambient Orb** がある。文字・映像や音声に比べて、「邪魔にならない」ことが、ユーザに受け入れられている点であろう。

技術的には、刻々と変化する環境情報（株価情報、天気予報など）を、一定のアルゴリズムに従って、色彩に変換するプログラムが鍵である。



Ambient Orb

株価情報、交通混雑情報など
世の中の変化を、色で教えて
くれる球体



雨の予報が出たら、傘の柄
が光って知らせるくれる

図 3-18 環境の変化を色や光で教えてくれるモノたち³⁶

³⁶ いずれも Ambient devices 社の製品

単一の感覚表現ではなく、異なる感覚の相互作用、すなわち「共感覚」をデザインした新たなメディアアートも生まれつつある。

慶応義塾大学稲蔭研究室では、香りをベースにして、お香に火をつけると、メッセージが煙に浮かび上がるという InScene を発表している。



図 3-19 五感の共感的デザイン InScene³⁷

(2) 多様な表現をサポートする次世代インタフェース

①入力系インタフェース

コンテンツの制作にあたっては、これまではキーボード、マウス、タブレットなどからの入力インタフェースが主流であったが、これからは新しいインタフェースが生まれる時代である。そのひとつが、3章2節で紹介したMITメディアラボの石井裕による Tangible User Interface(TUI)である。

タッチスクリーンをさらに多機能化し、両手で自在にコンテンツを操作できる画期的なシステムを開発したのは、ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所のジェフ・ハン研究員である。タッチの強度、指の微妙な動きなどを読み取り、まるでオモチャ箱を自由にかき回したり、立体粘土をこねるように扱うことができる。2006年2月のTED³⁸で発表され、観客から絶大な支持を得た。



図 3-20 Multi-Touch Interaction Research³⁹

³⁷ IMGL COLLECTION 2006

³⁸ 1984年、米国で設立された Technology, Entertainment, Design の3領域の融合をテーマとした国際会議。 <http://www.ted.com/index.php/>

³⁹ <http://cs.nyu.edu/~jhan/ftirtouch/>

音楽系の入力インタフェースにおいても、新しい機器が開発されている。

メディアアーティストの岩井俊雄が YAMAHA と共同開発中の TENORI-ON は、16×16 個の LED スイッチによって、音楽の知識がなくても、視覚的・直感的に音楽の作曲や演奏ができる。

「ケロミン」は、カエルの形をした楽器である。特徴は、難しい楽器の操作や楽譜が苦手な人でも、パペットの口の開き加減で音の高さが変わっていくところにある。



図 3-21 人にやさしい音楽インターフェース

画像・映像や音楽・音声などの入力インタフェース以外にも、加速度センサー、触覚センサー、味覚センサー、嗅覚センサーなどが重要な役割を果たすことになる⁴²。また、赤外線センサー、熱センサーなどが新たなコンテンツ表現の可能性を広げてくれる。

また各種モーションキャプチャーや立体形状センサーも、パフォーマンスアートの計測・再現、立体造形アートの表現ツール、パフォーマンスのアーカイブ・ツールとしての役割が期待されている。

②出力系インタフェース

これまで、メディアアートの出力（プレゼンテーション）は、コンピュータやビデオ画面あるいは投射スクリーンが主流であったが、この分野でも新たな動きがある。

立体映像やバーチャルリアリティによる没入型展示などは、すでに内外において様々なシステムが開発・実用化されている。

そんな中で、河口洋一郎が開発している、CG 映像に同調してスクリーン上に凹凸を生み出す立体スクリーンは、立体映像の新たな可能性を示唆している（図

⁴⁰ <http://www.yamaha.co.jp/design/tenori-on/>

⁴¹ <http://www.keromin.com/>

⁴² 任天堂の Wii のコントローラーには、MEMS 技術を使った加速度センサーが搭載されている。加速度センサーは、5×5×1.5 立方ミリメートル、最大 1 万 G までの振動や衝撃に対する耐性を持つ。

3-22)。原理的には、映像に合わせて、スクリーン裏の72個の空気シリンダーにそれぞれの高さ情報を与えると、シリンダーが軟らかいスクリーンを押ししたり引いたりして、彫刻のような立体像を作っている。

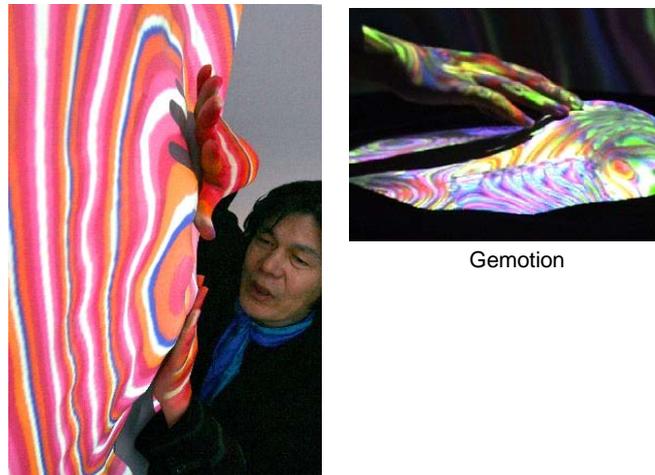


図 3-22 CG映像と連動して凹凸を生み出す立体スクリーン⁴³

(3) 新たな表現のためのマテリアル

これまでのメディアアートは電子媒体が主流であった。しかし、それ以外にも新素材を使った様々のアートが登場している。触覚や味覚などの五感コンテンツの場合は、新しいアクチュエーターや新テクスタイルの開発などが前提となる。植物や水をインタフェースに使ったインタラクティブアートもこれまでにいくつか制作・展示されている。この場合は各種センサーとの組み合わせ技術が使われる。

そんな中で、これまでほとんど着目されてこなかった素材を使ったユニークなアートとして、電気通信大学の児玉幸子らによる「磁性流体」を使った一連の作品がある。磁性流体は NASA のアポロ計画で生み出された先端材料であり、磁力を感じて流動する。児玉らは時々刻々と変化する磁性流体を作品として提示する活動を 2000 年から続けている⁴⁴。



図 3-23 モルフォータワー2005⁴⁵

今後は、MEMS やバイオテクノロジーを使った全く新しいアートが登場してく

⁴³ 朝日新聞、2007年1月21日より

⁴⁴ 平成13年度の文化庁メディア芸術祭で「デジタルアート[インタラクティブ]」の大賞受賞

⁴⁵ メディア芸術祭10周年企画展「日本の表現力」にて展示(2007.1.21-2.4)

ることが予想される。

たとえば、「スーパーオーガンザ」という超軽量繊維⁴⁶は、ファッション素材としてだけでなく、新しいアート表現の素材としての可能性も秘めている。また、韓国の KAIST がヒトの皮膚をまねた分解能 1mm の触覚センサーを開発している。

生体デザインに学ぶ新規研究分野として、生命科学を応用した新素材による先端CG造形の研究がある。たとえば、河口洋一郎はイカ・タコ・カメレオンなど生物の体色変化原理を応用した「皮膚型映像表示装置の開発」、「自律的に生き物のように反応するな新素材テクスチャー物質研究」、「超高精細映像表示用の皮膚型柔軟ディスプレイの開発」、を提唱している。

(4) インテリジェント・ウェア (Intelligent Wear) 技術

ユビキタス環境において、いつでもどこでも好みのデジタルコンテンツを入手することが可能な時代になる。現在、普及している携帯MP3プレイヤーなどは、まさにアクセサリ感覚で使う人も少なくない。ウェアラブルコンピュータ、ウェアラブルセンサーの進化形として、衣服やアクセサリなどにウェアラブル・コンテンツを取り込むことによって、TPO に応じて模様や色柄が変化するアクセサリやファッションが登場してくる可能性が高い。



図 3-24 ウェアラブル・センサーの小型化⁴⁷

MITメディアラボの研究者ウィリアム・J・ミッチェルは、「小さな電子的寄生体は、ボタンのように衣服に縫いつけられたり、バッジのようにピン留めされたり、時計のように腕に締められたり、あるいは指輪、膺の宝石、イヤリングのように(身体に)直接取り付けられるかもしれない。カメオやロケットは静止画像を表示する代わりにビデオを繰り返し再生するかもしれないし、輝きは宝石

⁴⁶ 北陸の天池合繊(株)が開発した超軽量素材で、7デニール(ストッキングは20デニール以上)の超極細糸を使用した一般衣料用としては世界一透けて軽い(10g/m²)素材である。柔らかさ、光沢、透明感、どれをとっても従来の生地にはない特性を持っている(経済産業省資料より)。

⁴⁷ MITメディアラボの Steve Mann(現在は、トロント大学)のサイトより

のカットではなく電子的に提供されるかもしれない。」と予測している⁴⁸。

ここでの研究は、デザイナー、コンテンツクリエイター、ナノテクなどの新素材開発スタッフなどの共同作業となるものと思われる。「MITはFIT（Fashion Institute of Technology、ニューヨーク州立ファッション工科大学）と共通の基盤を見つけることになる」というミッチェルの言葉は、決してMITとFITという単なる「語呂合わせ」だけではない。

（５） パーソナルコンテンツ作成支援技術

「1億総クリエイター時代」といわれる今日、デジカメ画像の編集やブログでの個人作品発表はすでに日常化している⁴⁹。

今後は、さらに進化してストーリー性のある動画ムービーが、個人でも簡易に作成できるソフトへのニーズが高まるものと思われる。図3-25は、東京大学の安田浩教授らが開発した、アマチュアでも簡易に動画の物語作成を支援するソフトDMD（Digital Movie Director）である。登場人物、シナリオ設定、基本動作などを自分でセットすれば、あとはソフトが物語を自動生成してくれる。



図2:ムービー塾の様子



（東京大学:先端研、ムービー塾）

図3-25 簡易物語作成支援ソフト（DMD）

（６） 省電力・省エネルギー技術

個々のICT機器や通信ネットワークでの省エネルギー化は進んでいるが、爆発的な情報通信インフラの普及により、近い将来、我々が消費するエネルギーは膨大な量になるという予測がある。すなわち、2000年におけるICTの電力

⁴⁸ ウィリアム・J・ミッチェル「サイボーグ化する私とネットワーク化する世界」（NTT出版、2006）。原題は「ME++」

⁴⁹ 第3章の図2-8参照。

消費量は、全電力消費の約15%と推測されているが⁵⁰、2020年には、ルータ消費電力だけで、国内総発電量の5割近くに達するという試算もある(表3-1)。

表 3-1 2020 年におけるルータ消費電力の予測

| | 2001年 | 2004年 | 2010年 | 2015年 | 2020年 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| トラフィック増加率(40%) | 1 | 2.7 | 21 | 111 | 597 |
| 予測トラフィック(Tbps) | 0.12 | 0.324 | 2.4 | 13 | 71 |
| ルータ消費電力(億kWh/年) | 7.5 | 20 | 158 | 833 | 4478 |
| 国内総発電量比率(%) (9,200億kWh/年と仮定) | 0.08 | 0.22 | 1.7 | 9.0 | 48.7 |

(出典) 文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター 科学技術動向
2006年6月号

ユビキタス環境の進展とあいまって、将来、デジタルコンテンツを享受する「場所の制約」は格段に小さくなっていく。その際、携帯端末を長時間、安定的に動作させることができる省電力・省エネルギー技術は、キーテクノロジーのひとつとなる。

「2035年の科学技術」(科学技術政策研究所)においても、エレクトロニクス分野において、「エネルギー変換・蓄積デバイス」は、最も重要な領域と判断されている。具体的な技術としては、「大部分のモバイル機器(携帯PC、携帯電話、PDAなど)の電源が燃料電池に置き換わる」時期が、技術的には2012年、社会的には2018年と予測されている。その他に、光エネルギーを用いる超小型太陽電池パネル、熱や振動を用いる超小型バッテリーなどの開発が考えられる。後者については、熱電素子を用いて体熱で発電する仕組みや、靴底に圧電素子を装着し、歩行や走行の運動エネルギーを電気エネルギーに変換する仕組みなどが、内外で試作されつつあるが、発電容量が小さく、現時点では実用化にいたっていない。将来的には、ナノテクを活用した高効率熱電変換材料、MEMSを活用した高性能圧電素子の開発などが研究開発課題として考えられる。

⁵⁰ エネルギー総合工学研究所「平成13年度 電力需要詳細分析調査」

3. 5 人間特性等の基礎科学研究分野

(1) 人間の五感・情動の解明

アートの根幹は、人間（作り手および受け手）の感動あるいは情動がベースになっているが、近年の脳科学や関連する計測機器の技術革新により、人間のアート活動に付随する人間の五感・情動の科学的解明が急速に進展しようとしている。

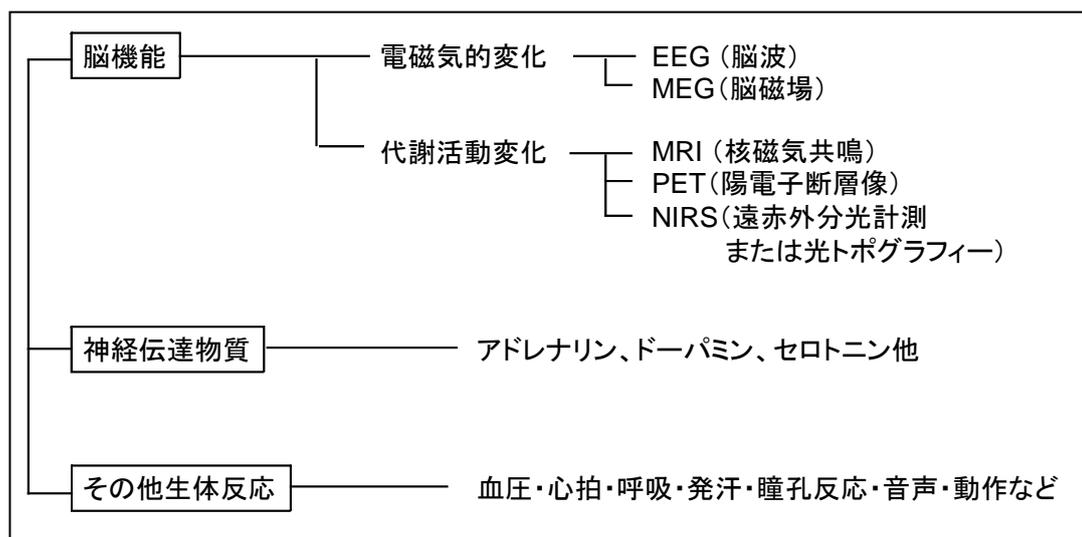


図 3-26 人間の五感・情動に関わる生体情報⁵¹

①脳科学

人間の五感に関わる科学技術領域は、多岐にわたる。歴史的には、生理学、心理学の分野での研究（感覚・知覚心理学、大脳生理学など）が先行してきたが、近年の科学技術の進歩をベースに、新たな研究段階に入りつつある。

具体的には、脳科学の研究を支えてきた脳波計、脳磁計、fMRI（機能的磁気共鳴画像）、などの医用画像機器の発達があげられる。特に、fMRIは、脳の活性化状況（実際は脳内の血流分布状況）をリアルタイムで把握できるため、五感や人間の感性にかかわる脳の活動を客観的に観察・測定することが可能となってきた。

具体的な研究分野としては、芸術文化の作り手の創造性・感性の解明、および受け手の感動・感性メカニズムの解明という2つのアプローチがある。

アーティストやクリエイターたちの創作活動時における脳機能を計測することにより、アート活動において発揮する創造性のメカニズムの一端が解明されるようになる。

一方、アートの受け手に対する研究としては、様々のアート作品やコンテンツに接した時の人間の感動や感情メカニズムを科学的に解明することが期待され

⁵¹ 栗木一郎「脳機能計測技術の進展」映像情報メディア学会誌（2006.11）他

る。各種生体センサーや脳機能の計測ツールなどが使われる。

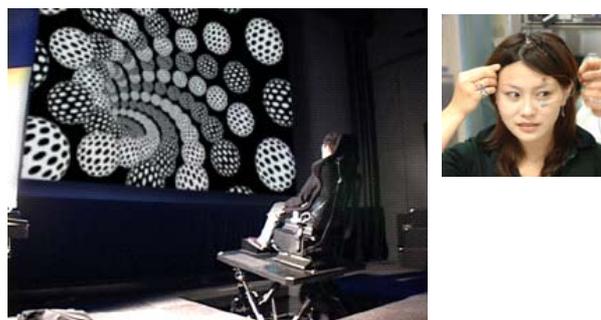


図 3-27 ハラハラ・ドキドキを解明する科学研究⁵²

米国シリコンバレーのベンチャー企業 NeuroSky 社は、EEG(脳波)を用いたコンシューマー市場向けユーザー・インターフェースの開発を行っている⁵³。ゲームや音楽再生プレーヤーなどの消費者向け家電を当面のターゲットとして、前頭葉が発する情動系 EEG4 種類(まどろみ、覚醒、集中、不安: 今後、5 種目の快感も加えたいとしている)を独自に開発した乾式単一センサー(NeuroGear)と様々なノイズを除去するソフトウェアライブラリ(eSense)を組み合わせた製品である。今後は、ソフトを組み込んだ ASIC としてインテリジェント・センサー化を予定している⁵⁴。



図 3-28 ゲーム・教育向けの簡易型脳波計(米国 NeuroSky 社)

②音響と脳機能

音響が人間に与える影響を継続的に研究してきたのが、大橋力である。代表的な研究として「ハイパーソニック・エフェクト」の研究があげられる。彼は 1983 年に日本音響学会で、人間の可聴域上限とされる 20kHz よりも広域まで聞き分けられると発表。1991 年にオーディオ・エンジニアリング・ソサエティ(ニュ

⁵² 九州大学大学院・源田研究室

⁵³ 詳細は、資料編 2-1 を参照。

⁵⁴ ただしこの分野の研究は、ユーザの潜在意識や感情のコントロールなどプライバシーに関わる問題を含んでおり、今後は何らかのガイドラインが必要となってくるものと思われる。

ーヨークで開催)にて、超高周波音が脳波 α 波を活性化させ、聞き手の心地よさを高めることを発表し、「ハイパーソニック・エフェクト」と名づける。

ハイパーソニック・エフェクトとは、バリ島のガムラン音楽のように可聴域上限 20kHz をはるかに超えた 100kHz にもおよぶ超高周波成分がみちびく①脳基幹部の活性を回復させ脳波 α 波を増大させる生理反応、②音をより耳あたりよく心地よく感じさせる心理反応、③音をより大きな音量で聞こうとする行動反応、などの総称である。おそらくバリ島ではこの効果が日常的に利用されており、パロンの面の裏に付けられている鈴から連続して発する超高周波が、演じ手をトランス状態に導く仕掛けとして作用していることが推測されている。

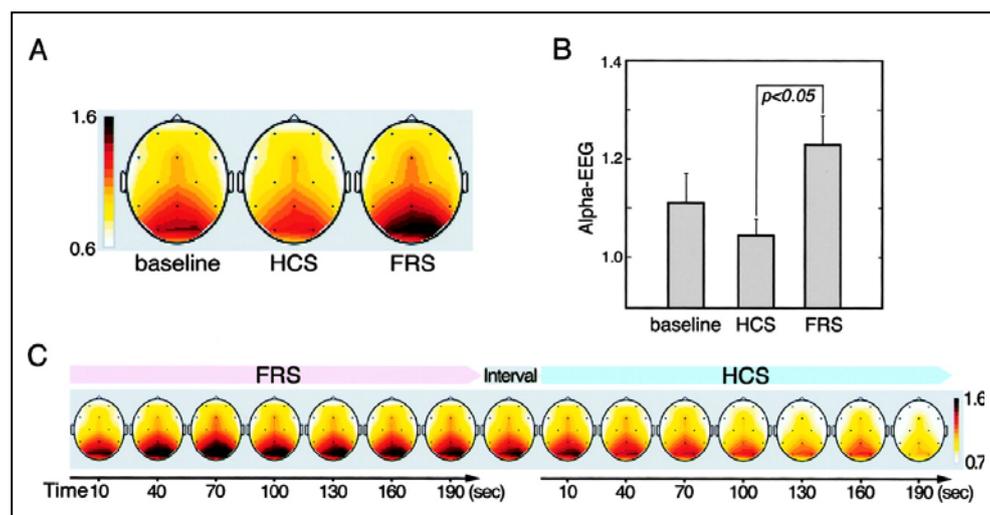


図 3-29 超高周波を聴く脳の活性化の様子⁵⁵

③ 音声と人間の情動

五感からさらに一歩、人間の側に踏み込んで、人間の喜怒哀楽などの感情や情感、あるいはアートセンスといった美的価値の実現に係る表現手法の開発の模索がすでに始まっている。

それには、人間の情動を解明する科学との一体的研究開発が必要である。すなわち、アート、工学分野だけでなく、認知心理学、脳科学、情報処理科学など、学際的・横断的な知見とセンスが要求される。

A G I の光吉俊二が独自に開発したヒトの音声パターンによる感情（喜怒哀楽）分析プログラムでは、「感情は人の主観、内観によって付与されるラベルと考え、これにより、生理動因を持つ**情動**（生理反応）と、認知影響によりラベリングされる**感情**（認知ラベル）があり、この二つの心的作用の関係から、感情の基本問題が起きると仮説を立て、情動が脳の辺縁系などの反応に由来し、ヒトの主観同士でもあまり揺らがない基準となり、音声から固定された基本周波数とパワーによる判定

⁵⁵ 『Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect』 TSUTOMU OOHASI、EMI NISHINA 他、2000、The American Physiological Society

ロジックでロバストに検知できると考えた。(中略) 音声の感情発話のメカニズムから、言葉内容が影響しない非言語での音声感情分析 (VEA) システムを構築した。」⁵⁶

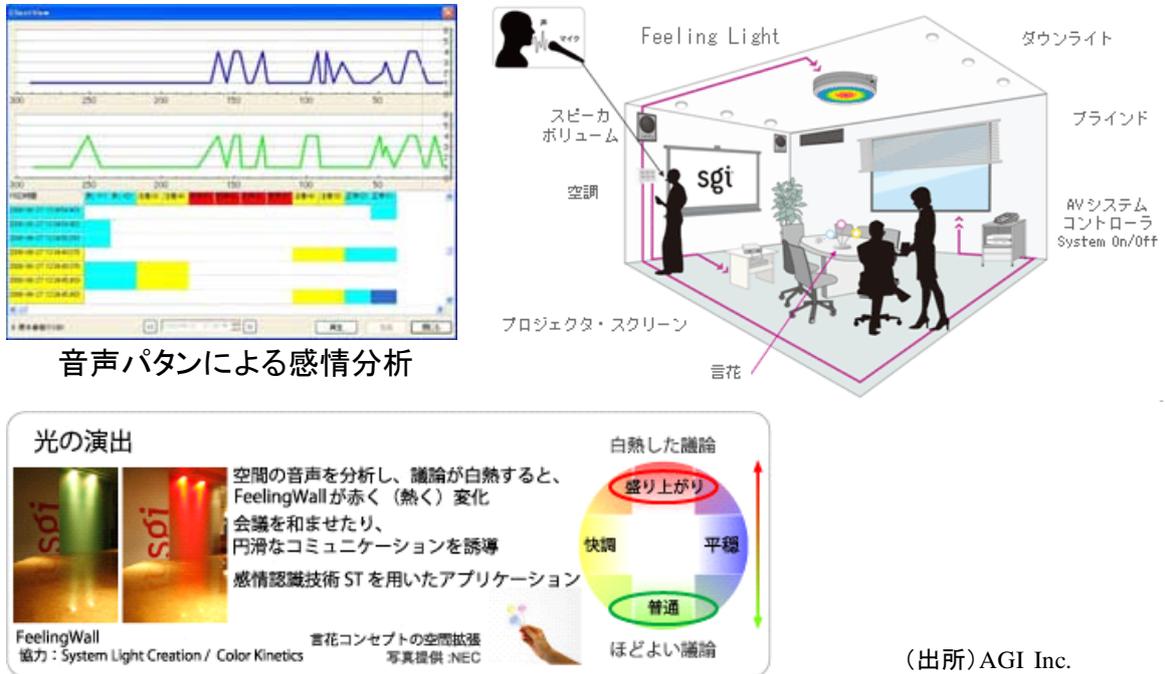


図 3-30 人間の感情に反応して変化する空間

光吉は、独立行政法人 N I C T との共同研究において、脳科学・生理学との連携研究を開始し、脳と ST の関係から感情のメカニズム解明と生理指標との基準化・科学検証を進めている。

(2) アートの科学

アート作品やデザインの論理的構造や美を構成する要因を科学的に分析・解明しようとする学術分野がある。コンピュータ科学の進展とあいまって、心理学・認知科学、生命科学、自然科学、デザイン工学などの境界領域における様々の研究テーマが浮かびあがってくる。

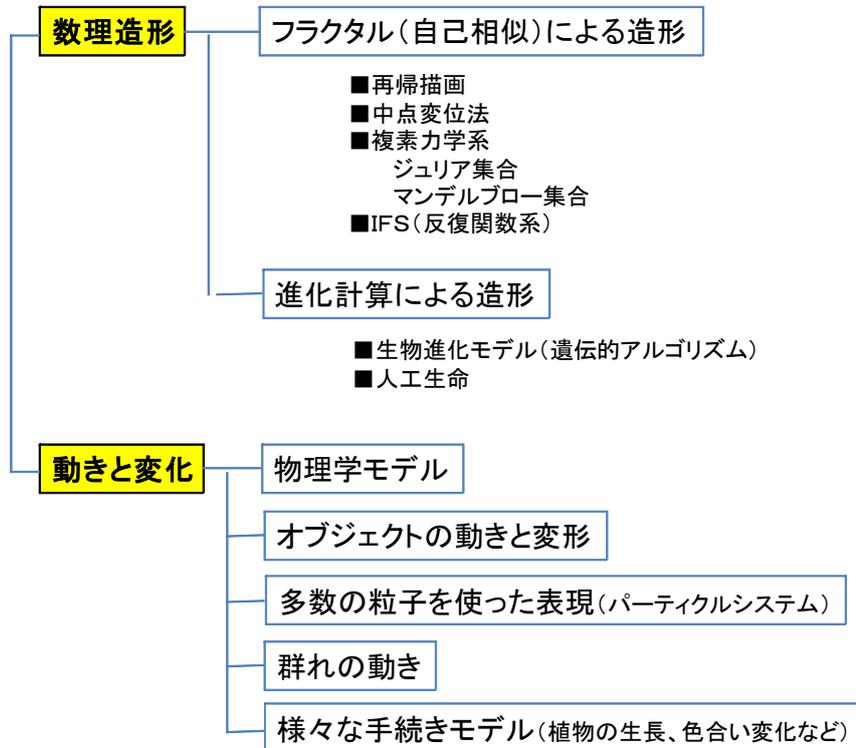
① 数理造形

コンピュータ・グラフィックスの理論的基盤は、造形プロセスに論理や数学を導入し造形プロセスをアルゴリズムで記述する「数理造形」である。

数理造形とは「形状や動き、自然現象などを見た目で捉えるのではなく、その

⁵⁶ S G I のホームページより引用。

構造や生成規則に注目し、それを数理的に調査追求することで表現対象の本質に迫る。考え方の基本となるのは数学、物理学、生物学などの自然科学である」⁵⁷。



(注) CG-ARTS 協会「デジタル映像表現」を参考に作成

図 3-31 コンピュータ・グラフィックスに関連する主要な数理モデル

L-system (エルシステム、Lindenmayer system) は、植物の生長プロセスを初めとして様々な自然物の構造を記述・表現できるアルゴリズムである。自然物の他にも、いわゆる IFS (Iterated function system) のような自己相似図形やフラクタル図形を生成する場合にも用いられる。L-System は 1968 年、ハンガリー・ユトレヒト大学の理論生物学者・植物学者であったリンデンマイヤーにより提唱され、発展した。



図 3-22 L-system により生成された 3 次元の樹木モデル

② アート作品と脳機能

⁵⁷ 九州大学大学院芸術工学研究院「先導的デジタルコンテンツ創成支援ユニット」における「数理造形」シラバスより引用。

特定のアルゴリズムに基づいて、自然界や生体を模倣した新たな CG 作品を作り出す研究アプローチと並んで、神経科学的な視点から、様々のアート作品における「美的価値」(aesthetic value) を解明しようとする研究分野がある。

そのうちの一人に、ロンドン大学神経生物学教授のセミール・ゼキがいる。彼は視覚脳に関する研究の第一人者であり、古今東西の名画やアート作品が、人間の脳に及ぼす影響を具体的に研究している⁵⁸。「美術の機能は、脳の機能の延長である」と述べているが、視覚機能不全の臨床データなども駆使しながら、視覚を中心とした美的価値を科学的に解明しようとしている。

しかし、美的価値と脳科学に関する本格的な研究はまだスタートしたばかりであり、今後、美学と脳科学研究（臨床を含む）の間の学際的研究、さらには進展する脳機能計測技術のこの分野への適用が不可欠である。

⁵⁸ セミール・ゼキ「脳のビジョン」(1996 邦訳)、「脳は美をいかに感じるか」(2006 邦訳)。

第4章 今後の推進方策

第3章においては、文化芸術的価値の創出に資する科学技術政策における研究領域・研究テーマについて、次世代デジタルコンテンツあるいはメディアアートの育成・振興の観点から概観した。本章では、これらの研究領域・研究テーマを推進する上での主な施策の方向性についてまとめる。

4.1 主な推進方策

次世代デジタルコンテンツあるいはメディアアートの振興のためには、以下のような推進施策がある。

- ①重点研究領域の設定と推進
- ②公的研究資金などの重点的投入
- ③研究開発プロジェクトの創出
- ④文化芸術と科学技術にまたがる創造的人材の育成・交流促進
- ⑤文化芸術と科学技術の交流・連携・共創の場の形成
- ⑥出口としての産学連携
- ⑦新しい評価尺度の導入
- ⑧アジアを含む国際的連携・協力

これらの推進施策の関連をまとめると、図4-1のようになる。

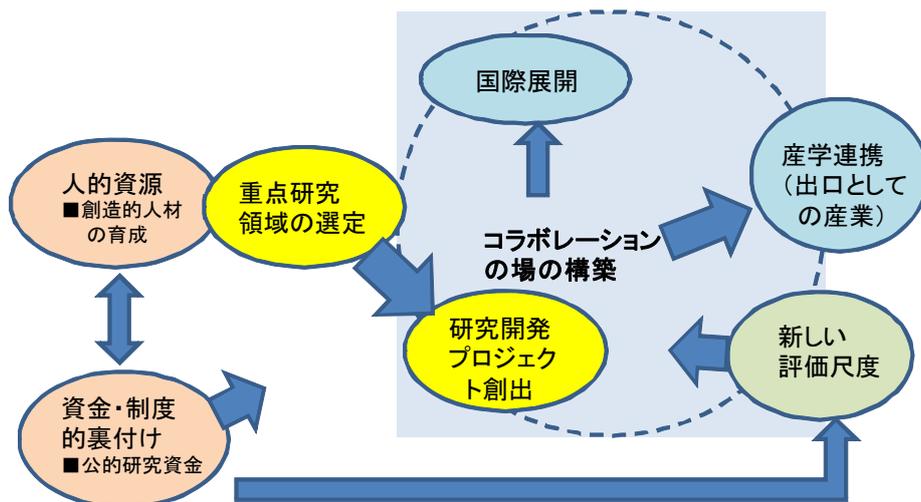
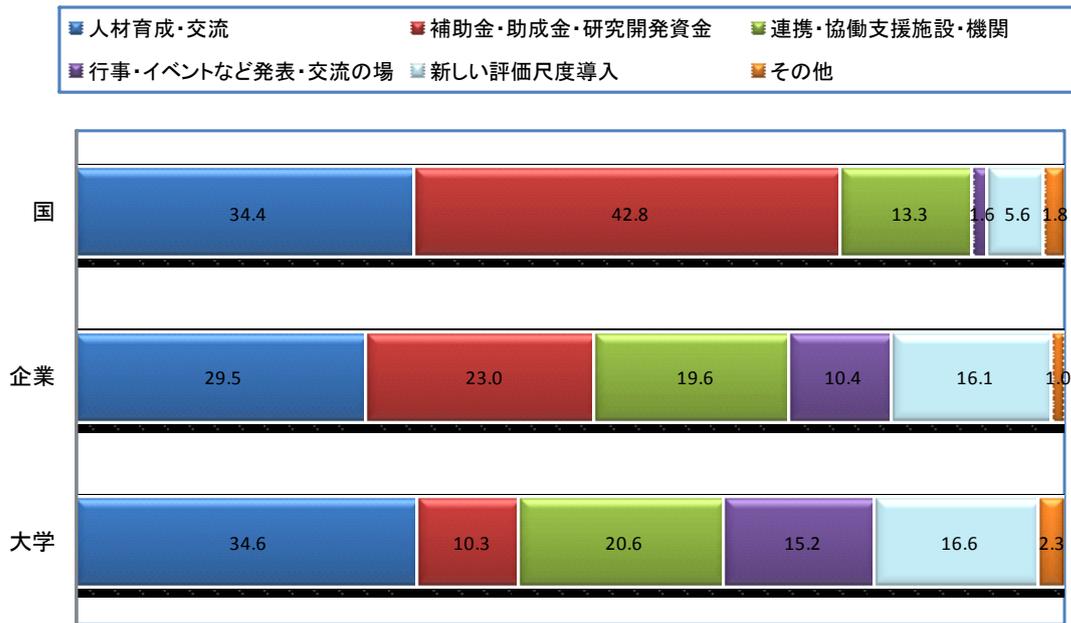


図 4-1 推進施策の構造

これらの推進施策については、国、大学・研究機関、企業などがそれぞれの

役割を果たしていくことが期待されている（図 4-2 参照）。



（未来工学研究所デジタルコンテンツ・アンケート 2007）

図 4-2 メディアアート・デジタルコンテンツの振興のために注力すべきこと

国に期待する役割としては、当該分野の新たな研究領域・研究課題に対する助成金・補助金・公的競争資金の手当てが最も大きい。また、「人材育成・交流」については、国のみならず企業・大学も含めて共通して期待が大きい。同時に、「連携や協働を支援する専門施設・機関の設立」についての期待も大きい。

「2035年の科学技術」（文部科学省科学技術政策研究所）でも、「芸術・文化・遊びの科学技術」において政府が取るべき有効な手段として、75%の専門家が「人材育成」を挙げている（図 4-3）。

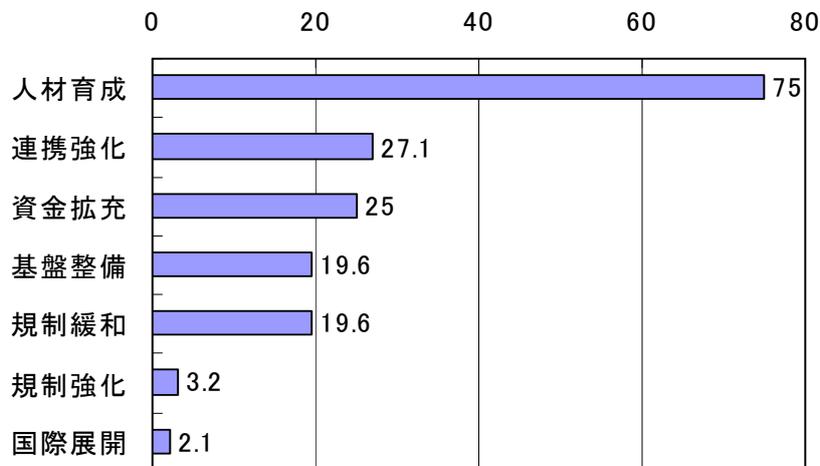


図 4.3 「芸術・文化・遊びの科学技術」において政府が取るべき有効な手段

(1) 重点研究領域の設定

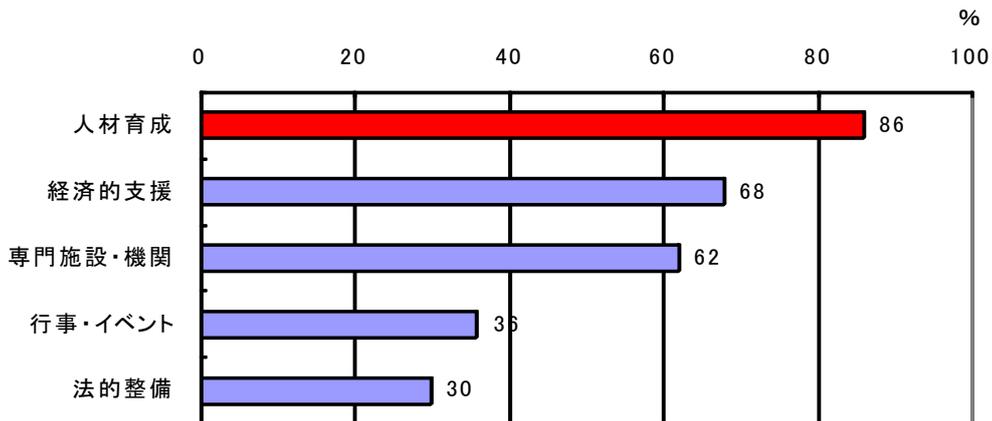
次世代デジタルコンテンツあるいはメディアアートの振興に向けて取り組むべき研究開発領域および研究課題については3章で述べたが、表4-1においてとりまとめを行う。

表4-1 重点的に取り組むべき研究領域および研究分野

| |
|-----------------------------------------|
| I. 脱コンピュータをめざしたハイブリッド型コンテンツの研究開発 |
| 1) モノと一体化したコンテンツ |
| 2) コンテンツ対応型のロボット |
| 3) 都市・空間へのコンテンツ実装システム |
| II. 日本の風土・文化にねざしたオリジナルコンテンツの研究開発 |
| 1) 日本人の「遊び心」から生まれるコンテンツ |
| 2) 伝統文化と先端技術を組み合わせたコンテンツ |
| 3) 日本的美の科学 |
| III. 基盤・共通技術の開発 |
| 1) 五感表現技術 |
| 2) 多様な表現をサポートする次世代インタフェース |
| 3) 新たな表現のためのマテリアル |
| 4) インテリジェント・ウェア技術 |
| 5) パーソナルコンテンツ作成支援技術 |
| 6) 省電力・省エネルギー技術 |
| IV. 人間特性等の基礎科学研究 |
| 1) 人間の五感・情動の解明 |
| 2) アートの科学 |

(2) 創造的人材の育成

先進的な研究活動とコンテンツ産業を交流・連携させるための重要な課題の筆頭は、「人材育成」である(図4-3および図4-4)。



(出典)「メディア芸術に関する意識調査⁵⁹」CG-ARTS 協会 2004

図 4-4 先端的研究とコンテンツ産業を融合させるための課題（複数回答）

文化芸術と科学技術という異なる分野の接点領域で展開されるメディアアートやデジタルコンテンツ創出に関わる研究開発や事業化の現場においては、それぞれの分野の専門家（研究者/技術者あるいはアーティスト/クリエイター）だけでなく、両者を結びつける役割やスキルをもった人材も不可欠である。

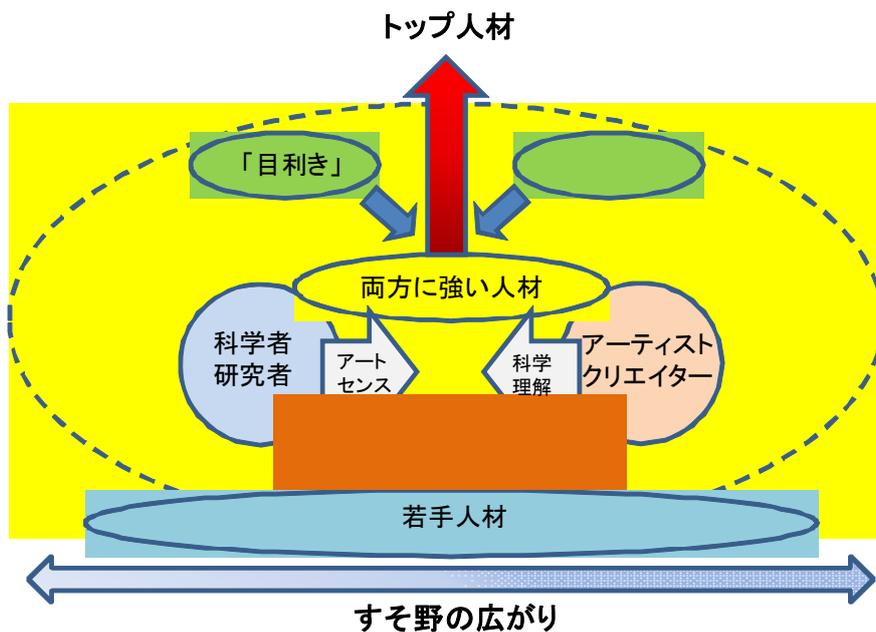


図 4-5 必要な人材の構造

育成すべき人材としては、以下の3つに大別できる。すなわち、①科学とアートで連携・共創できる人材、②トップ人材、③広範な広がり（すそ野）を支える人材

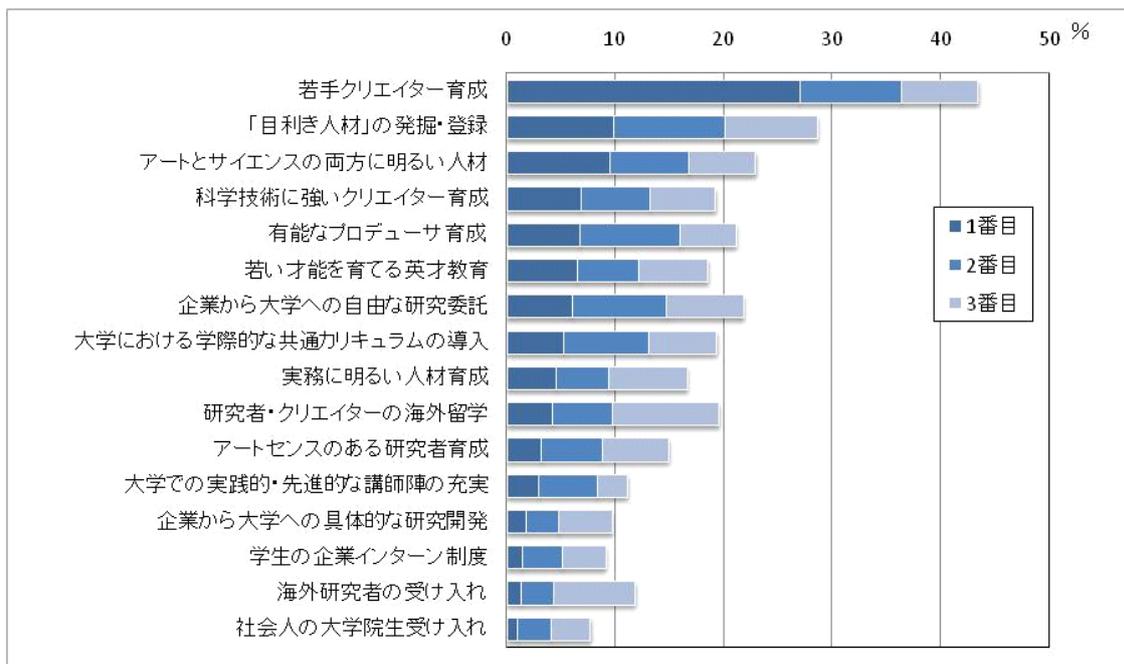
⁵⁹ 16年度科学技術振興調整費「先端科学技術をメディア芸術への文化的価値を高めるための施政の在り方」（メディア芸術調査委員会、2005年）より引用。アンケート対象は、メディア芸術やコンテンツ産業に関心のある一般人、研究者、制作者など（263名回答）。

である。

今回実施したアンケート結果（図 4-6）からは、次世代を担う「若手クリエイター育成」と並んで、「目利き（のできる）人材の発掘・登録」および「有能なプロデューサー育成」が上位にあげられている。もちろん、「アートとサイエンスの両方に明るい人材」や「科学技術に強いクリエイター育成」に対する期待も大きい。第1章で紹介した九州大学大学院の「先導的デジタルコンテンツ創造支援カリキュラム」の場合は、サイエンスにも強いアーティスト・クリエイター育成に重点が置かれている。それに対し、東京大学情報学環の「コンテンツ創造科学連携教育プログラム」の場合は、有能なプロデューサー育成や第一線の現場で活躍する実務的な教育を志向している。

また、これからのメディアアートや次世代デジタルコンテンツの研究開発に際しては、科学技術系人材とアート系人材に加えて、プロジェクトマネジメントや法務・権利処理関係の人材、認知科学・脳科学、心理学、経済学、社会学、建築学といった横断的な分野の専門家が参加する機会も増えてくるものと思われる。

図 4-6 に、連携・協働のために必要とされる具体的人材像を示す。



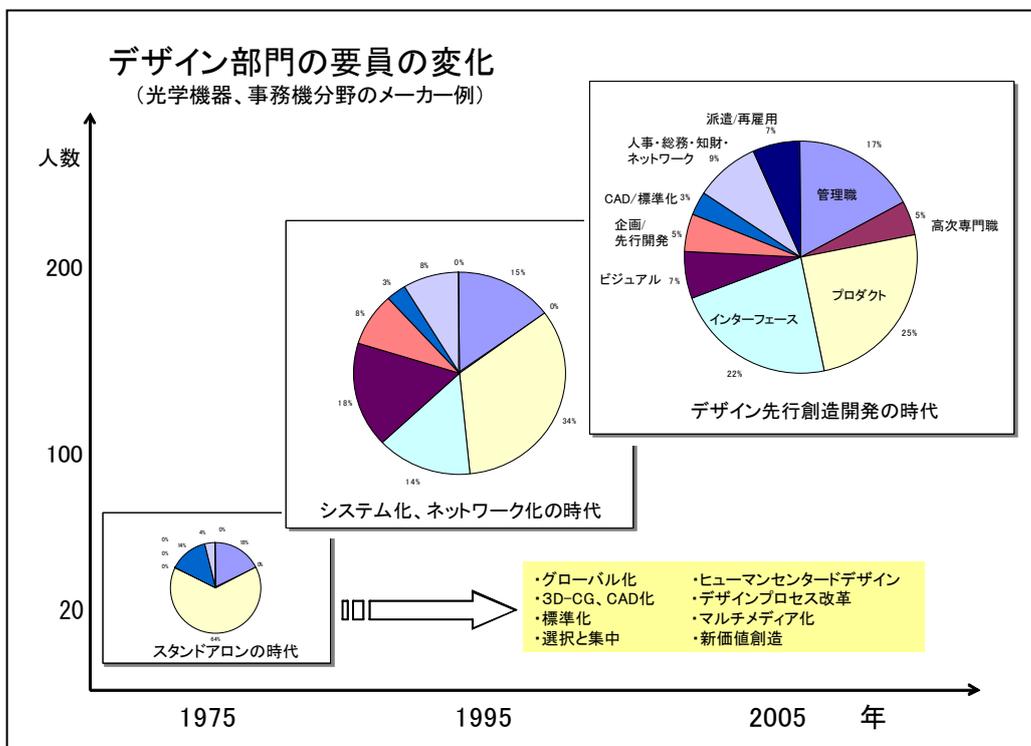
（未来工学研究所デジタルコンテンツ・アンケート 2007）

図 4-6 連携・協働のために必要な人材育成施策（上位3項目）

【コラム7】先進電子機器企業デザイン部門における人材推移

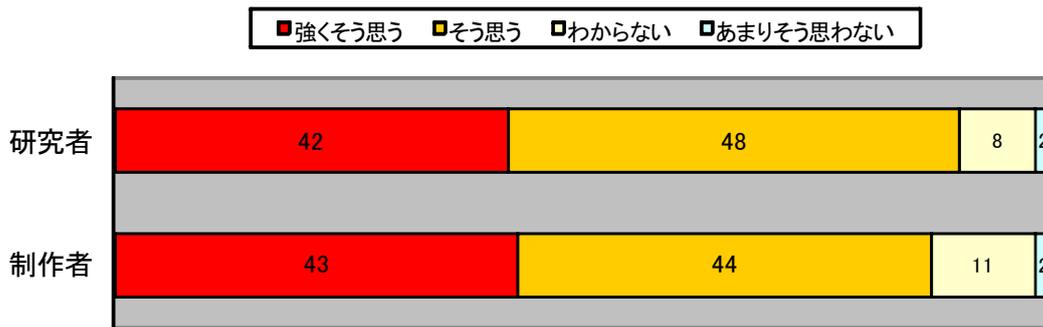
わが国の先進電子機器企業 A 社におけるデザイン部門の専門分野の構成変化を示す。

かつてはプロダクトデザイン人材が大半を占めていたが、最近ではインタフェースデザインが大きく伸びている。デザインに求められる付加価値要素も、造形、人間工学といった領域に加えて、認知工学、感性工学、魅力工学といったより高次のレベルに推移してきている。これらの価値を製品として高度に実現することにより、アジア諸国からの追い上げをかわしての生き残り戦略が繰り広げられている。



(3) 研究者と制作者のコラボレーションの場の構築

研究者と制作者のコラボレーション（共同研究・開発・制作）については、研究者、制作者ともに8割以上が「コラボレーションできる場」を求めている（図4-7）。

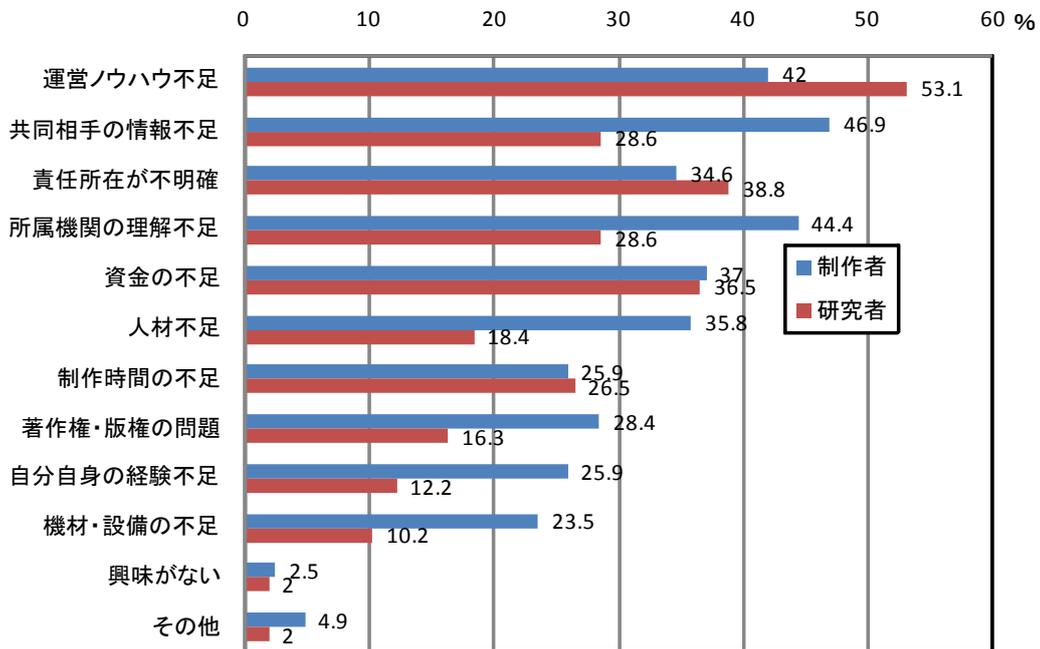


(出典)「メディア芸術に関する意識調査」

図 4-7 コラボレーションの場の利用意向

しかし現実にはコラボレーションの機会はない、という回答が 6 割を超えている。

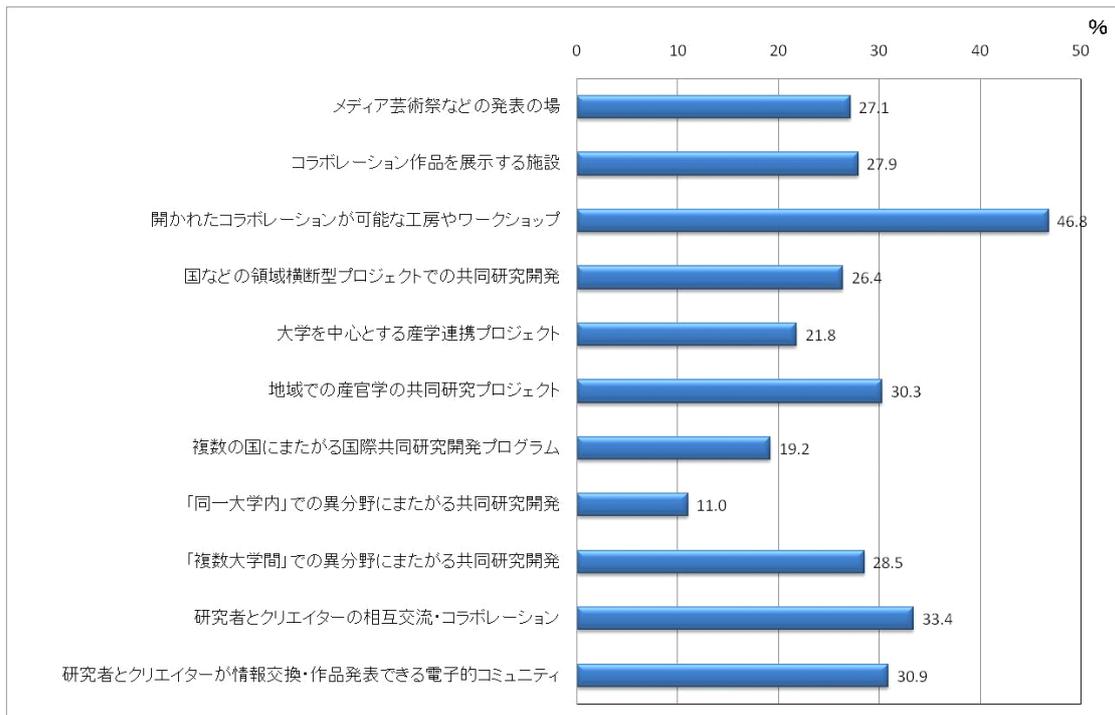
コラボレーションにおいて困難と思われる点は、制作者と研究者とで若干傾向が異なる。制作者の場合は、研究者に比べて「共同相手に関する情報の不足」「所属組織の理解不足」「人材不足」などの項目を多くあげる傾向にある。一方、研究者の場合は、「運営ノウハウの不足」「責任の所在が不明確」といった項目が多くあげられる。これは両者が属しているコミュニティの体質や文化の違いが反映されているといえよう。(図 4-8)



(出典)「メディア芸術に関する意識調査」

図 4-8 コラボレーションにおいて困難な点 (複数回答)

具体的なコラボレーションの場として筆頭にあげられたのが、「開かれたコラボレーションが可能な工房やワークショップ」である (図 4-9)。



(未来工学研究所デジタルコンテンツ・アンケート 2007)

図 4-9 求められるコラボレーションの場あるいは機会 (複数回答)

「開かれたコラボレーション」が可能な場とは、特定の組織内に閉じられていない、というだけでなく、様々の分野から、所属や役職を超えて自由に参加して、交流・共創できる場を意味する。米国 USC の IMD (マルチメディアリタラシー研究所) においては、すべての教員がサロンのような工房スペースを共有し、多様な視点が常に提供されるような雰囲気重視されている。工房スペースは学生にも開放され、教員と学生とが切磋琢磨している (図 4-10)。

いずれにせよ、コラボレーションの場は必要条件ではあるが、コラボレーションをマネジメントする人材や、コラボレーションにいたる前段階としてのマッチングシステムとの有機的な連携プレイが不可欠である。



図 4-10 米国 USC (南カリフォルニア大学) のオープンラボ

(4) 大学から有能な人材を輩出する産学連携の仕組み

第2章において、日本におけるメディアアートの研究状況とデジタルコンテンツの産業構造について概観したが、一言で言うと、両者はほとんど連携していない、というのが現実である。メディアアートは個人研究者やアーティストなどが担い手であるが、デジタルコンテンツへつなげてゆくといった視点はほとんどない。一方、日本の優れたゲームソフトやアニメの作り手たちは、一部の例外をのぞいて、大学の研究室からはほとんど生まれていない⁶⁰。

米国に目を転じると、アカデミー賞には、1972年から「学生アカデミー賞」という部門があり、大学で映画制作を学ぶ優秀な学生クリエイターが表彰されている。これまで、スパイク・リー監督やロバート・ゼメキス監督も、学生時代に受賞を果たしている。映画産業界がこぞって若手の才能発掘に力を入れてきたのである。USCでは、ジョージ・ルーカスやゼメキスといった映画界で活躍する著名な卒業生が、学外アドバイザーとして、物心両面にわたり、学生たちとの接点を保持している。

今後は、日本でもメディア芸術祭や ASIAGRAPH などのイベントにおいて、次世代アーティストたちの登竜門的コンペを盛り込み、入賞者には、奨学金や内外の先進的研究開発拠点での研修制度の導入可能性を検討すべきである。

かつて日本のファッションは1960年代後半からパリコレクションで騒がれるようになった。文化服装学院の企画するコンペで優秀賞を取った学生にパリ留学の褒美が与えた功績によるところが大きい。山本寛斎、高田賢三、菊池武夫、等に褒美として与えられたパリ留学の機会以降であることに改めてハイライトを当てるべきだろう。日本のファッション・デザイン系の大学・専門学校は、ファッション業界にスターを輩出し続け、今やパリ・コレ同様に「東京ファッション」として不動の地位を世界に示している。日本のトップデザイナーたちの想像力と創造性を上手く引き出し、時代を先取りした教育力の成果である。

メディアアートやデジタルコンテンツの分野においても、当該分野の担い手たちの創造力を開花させ、文化芸術的価値を社会実装してゆく戦略を立案・推進する必要がある。それには既往の発想から離れることが重要である。

大学内の異なる分野からの研究者が参加して行う「学際研究」ではなく、外部刺激（あるいは成果の出口のひとつ）として「産業界との密接なコミュニケーション」の中で、大学研究室における様々の研究成果を現実化・社会化してゆく米国式のダイナミックな産学連携プロセスには学ぶべき点も多い（図4-11参照）。特に、次代を担う学生に、研究プロジェクトへの参画を促す体制づくりを、大学は産業界と協働で立ち上げることが喫緊の課題である。

わが国で「産学連携」というと、教官や大学組織の存在ばかりが目立つ。大学

⁶⁰ 任天堂のWiiやスーパーマリオなどの一連のヒットメーカーである宮本茂情報開発本部長は金沢美術工芸大学デザイン科卒、人気アニメ「攻殻機動隊」の士郎正宗は大阪美術大学油絵学科卒であるが、彼らの成功は個人的資質に負うところが多いといえよう。

が生み出す最大の成果は学生であり、人材養成の対象は学生である。今後は学生不在の産学官連携はありえない。産学連携プロジェクト参加を履修単位とする、という前提に立たなければ、この分野で世界のトップ・テン大学に並ぶことは困難であろう。

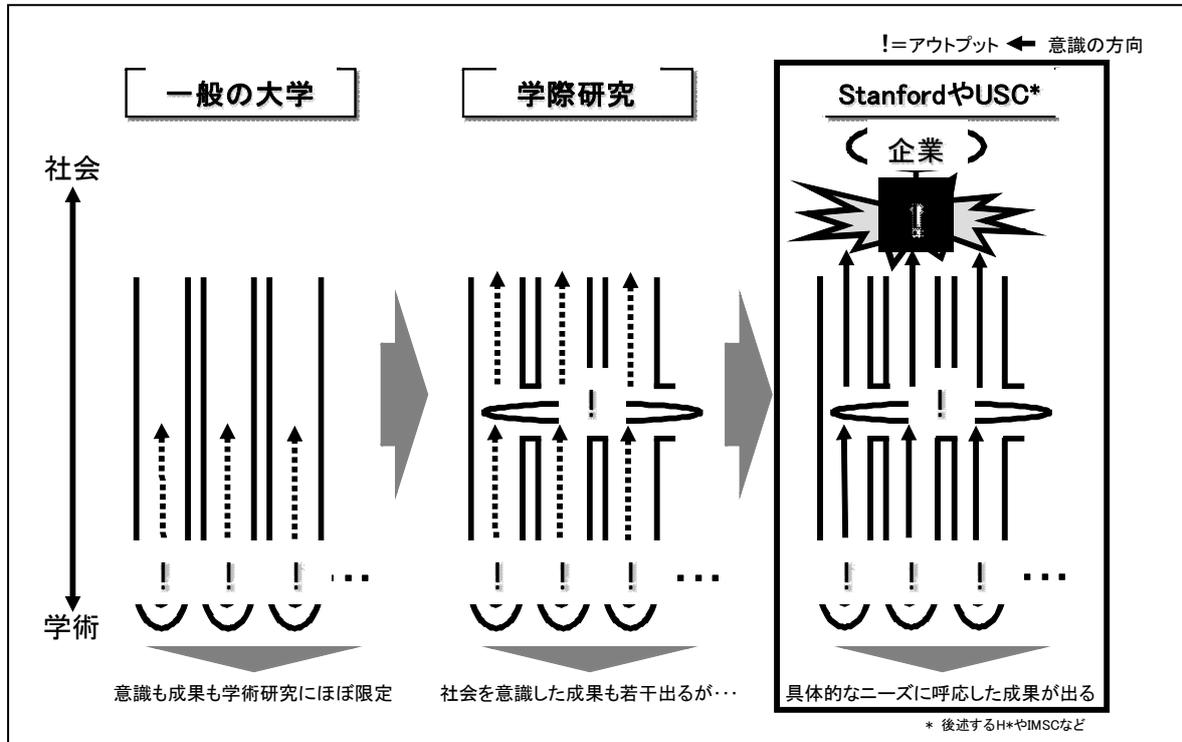


図 4-11 STANFORD および USC における産学連携のスタイル

このような観点から、最近、我が国のデジタルコンテンツの分野でも大学・教育機関の学生を、産業界へ派遣する「インターンシップ」制度が、はじまっている⁶¹。

たとえば、科学技術振興調整費を受けて実施している九州大学大学院芸術工学研究院の先導的デジタルコンテンツ創成支援ユニット（略称 ADCDU）では、2006年度に8名の学生が、韓国を含む企業・研究機関においてインターンシップ研修を受けた。ADCDUのインターンシップがめざすのは、デジタルコンテンツ・クリエイターの卵を養成することではなく、「文化価値創造型産業を担うコンテンツ産業のリーダーとなりうる人材」⁶²の養成である。このような試みはまだわが国でははじまったばかりであるが、真に実効性のある産学連携の一形態として、さらなる展開が望まれる⁶³。

⁶¹ 平成17年から経済産業省の指導のもと、映像産業振興機構（通称：VIPO）においてデジタルコンテンツ分野のインターンシップ制度が実施されている。

⁶² 経済産業省・映像産業振興機構「平成18年度インターンシップ報告書」

⁶³ 日本経済団体連合会が2007年に実施した企業アンケート（602社）では、インターンシップ制度を評価する企業は約5割、すでに導入企業も過半数を超えている。

(5) 新しい評価制度の導入

未来工学研究所が実施した「世界の科学技術をリードする日本人研究者に関する調査」(2005年)では、「大きな成果が得られた研究は、限られた環境と研究費の中で生まれたものではなく、個人的な遊びの中から出たものである」「成功の要因は、他人の思いつかないような発想、常識的には無理と思われるようなことをやってみる、いわゆる遊び心があったように思われる」というコメントが寄せられている。

メディアアートなどの新しい分野の開拓には、このような「遊び心」を評価できる、目先の成果のみにとらわれない新たな研究評価尺度の導入が必要である。

具体的には、作品の創造性やアイデアの斬新性について、それらをなんらかの形で評価できる新しい尺度の試行的導入と事後評価を行うことが必要である⁶⁴。

産学共同研究の歴史と経験が豊富な米国のいくつかの大学(スタンフォード大学、USC、MIT メディアラボなど)では、大学も企業側も短期的な成果にとらわれず、自由な研究環境・研究プロセスを重視している⁶⁵。

(6) アジアを含む国際協働・連携研究、人材流動化の促進

第2章で紹介したように、ASIAGRAPH およびアジア芸術科学学会を中心に、日本・中国・韓国を中心として大学・研究機関相互に定期的な情報交流が行われている。すでに中国と韓国の間では、大学・研究機関相互の人材が活発に流動化している。異なる母国語をカバーする通訳の育成と通訳付の授業も定着化している。両国の産業的出口に双方がメリットを感じ、それに伴う受講者の増加や卒業生を吸収できる雇用機会が創出される膨大な市場への期待があるためである。そこで育成された人材は、教育のプラットフォームが中・韓同一で、しかも教師が相互に流動している。同じポリシーで均一な人材を育成する中で、中・韓どちらの企業にも需給バランスを見ながら人種の垣根を越えた協働の就労環境を創り出す傾向が生まれつつある。

それに比して、日本と中国・韓国間の高等研究機関相互の人材交流や単位互換制度については、最近になってようやく動きが出てきたばかりである。これは上記のようなダイナミックな動きではない。従来型の古い体制では、スピードに欠け、若い研究者からは敬遠されてしまう。

一方、アジア諸国から米国の大学・研究機関・企業への留学・研修などが大半を占めており、日本の「頭越し」にアジア諸国と米国の人材交流が盛んである。

⁶⁴ 政府の「イノベーション25—中間とりまとめ」においては、大学の研究力の強化策として、「目先の成果を追い求めない地に足のついた研究支援、研究評価」の必要性に言及している。

⁶⁵ 一般的に、日本からの参加企業は、短期的・具体的な成果を求める傾向にある(資料編2参照)。

日本とアジア諸国との相互研究交流はこれからの大きな課題である⁶⁶。

今後は、アジア独自のコンテンツや表現手法の開発などに特化した形での国際共同研究&制作プロジェクトの展開などが望まれる。

また、中長期的な視点から、こどもを含むアジアの次世代人材の交流・育成も重要な施策である。

4.2 当面の重点施策

4.1 であげた主な推進方策のうち、当面の重点施策を以下に示す。

(1) 当該分野にかかわる重点研究開発領域の設定

次世代デジタルコンテンツあるいはメディアアートに関連して、国レベルですでにいくつかの重点分野が提示されている。

たとえば、総合科学技術会議による分野別推進戦略の情報通信分野における戦略重点科学技術（平成18年3月）、総務省の「ユニバーサル・コミュニケーション技術に関する調査研究会最終報告書」（平成17年12月）、あるいは経済産業省において現在検討作業中の「感性価値創造イニシアティブ」などである。

文部科学省としては、これらの動向も踏まえながら、文化芸術的価値創出に資する科学技術分野の重点研究領域の設定が急がれる。

ライフサイエンス等の研究対象を示す研究領域と違い、本分野は文化芸術に資するための目的型の研究領域である。目的達成のためのさまざまな分野の要素技術や知見を集めて研究開発を進めることになるため、研究開発は必然的に学際的になる。さまざまな科学技術分野に文化芸術という視点から横串を通した考え方のもと、情報通信技術やデジタル技術分野での研究開発に加えて、新素材、ライフサイエンス、ロボット工学、さらには脳科学、認知科学といった異なる科学技術分野や研究領域を取り込んだ分野横断的な重点研究戦略の策定が必要である。

(2) オンリーワンをめざした先進的オープンラボの形成

米国の大学においてすでに先駆的に展開されているオープン型のモデルラボ（工房）を、わが国においても展開することが望まれる。設置形態としては、大学や研究機関内部における開放型ラボ、複数機関にまたがる共同利用型ラボ、地域の産官学に開かれたラボ、などいくつかのタイプが想定されるが、まずは、世

⁶⁶ 米国 SIGGRAPH では、成長著しいアジアで SIGGRAPH in Asia の開催を検討している。

界一をめざした先進的なオープンラボを構築することをめざすべきである⁶⁷。

拠点の研究テーマとしては、従来型のデジタルコンテンツやメディアアートの研究から脱却して、ロボットやものづくりとの連携、日本発あるいはアジア発のオリジナルコンテンツ開発をめざした世界にも類のないテーマに取り組むべきである。

日本国内・アジアだけでなく広く海外からのアーティスト、研究者などが自由に参加できる仕組みが不可欠である。また、研究開発のプロセスをインターネットなどを通じて、外部にオープンに開示し、ネット上でも双方向型のラボであることが望ましい⁶⁸。

(3) 科学技術系人材とアート・デザイン系人材の交流・協働促進のためのマッチングシステムの構築

これまで、メディアアートやデジタルコンテンツ分野で我が国の競争力を支えてきたのは、科学技術、アート・デザインセンス双方に優れた少数の人材であったと考えられる。今後、この分野の重要性が高まり、世界的な競争が激しくなることが見込まれる中では、これらの融合人材を中核としつつも、異分野で強みを有する科学技術系人材やアート・デザイン系人材の広範な協働を展開していくことが必須である。このため、科学技術と文化芸術のコラボレーションの前提として、科学技術系人材とアート・デザイン系人材双方で、お互いの求める能力・資質を有した人材同士の「出会い」を促進し、交流・協働を推進するための環境を構築することが喫緊の課題である。

アート・デザイン系人材は、個人、大学・研究機関、企業等とその所在が極めて分散的である。その情報交流に当たっては、n対nの交流を広範かつ同時に進めることができる情報ネットワークシステムを活用した情報交流媒体が効果を発揮するのではないかと期待される。一方、これまで科学技術の世界では研究交流促進のための情報交流媒体として、様々な研究開発成果データベースや研究者ディレクトリーデータベースが構築され、公開されているにもかかわらず、協働がうまくいかない。その理由の筆頭として、アート・デザイン系人材からは、協働相手となる科学技術系人材の所在が不明である点を挙げられており、これらの情報提供システムが十分な働きをしているとは言えない状況にある（図 4-8 参照）。

科学技術系人材とアート・デザイン系人材では、知識範囲や使用する用語、イメージの乖離が予想されるため、テキストベースによる一過性の情報交流媒体で

⁶⁷ 平成16年度科学技術振興調整費「先端科学技術研究をメディア芸術へと文化的価値を高めるための施政の在り方」においては、メディア芸術・科学の総合的拠点として「メディア芸術科学センター」の設立を提案している。

⁶⁸ 米国のUSC（南カリフォルニア大学）映画学部においては、学生たちが制作した作品はインターネットを通じて広く公開されており、制作途中からネットコミュニティで話題になる作品も少なくない。

はなく、映像、音声等の様々な表現手段やインタラクティブな構造を有する情報交流媒体が必要と考えられる。

そのひとつに、SNS（ソーシャルネットワークサービス）などの参加型電子コミュニティを活用したマッチングサイトの構築がある。図 4-9 のアンケート結果でもニーズが高いことがうかがわれる。

例えば日本での SNS 最大手の mixi は会員数 600 万人で、「メディアアート」というコミュニティには 6000 人以上がメンバー登録し、イベント情報の紹介、参加者同士の意見交換などが活発に行われている⁶⁹。

「ロフトワーク」というデザイナー、クリエイターのためのポータルサイトでは、4000 人が登録され、デジタル作品の発表、ビジネスの紹介、参加者同士の情報交換などが行われている⁷⁰。

しかしこれらは、いずれも民間主導による運営であり、交流・連携はあくまでも個人レベルにとどまったものである。今後、国レベルで研究者とアーティストの連携・共創を継続的に推進していくためには、次世代デジタルコンテンツやメディアアートにおける人材交流のすそ野を広げる手段として、公的機関による電子サイトを活用したマッチングシステムの構築・運営が重要な選択肢のひとつとなる。

今後、アート・デザイン系人材と科学技術系人材の効果的な交流のために必要とされる情報項目や協働の進め方に関する実証的な組織論研究を推進し、本分野における有効な情報交流システムや協働の手法等の高度化を図り、マッチングシステムの構築を行う必要がある。

（４）新技術シーズ提案型の研究開発プロジェクトの推進

科学技術政策に最も強く求められるものは、既にある技術の改善改良ではなく、今までにない新たな発想からのイノベーションの実現、つまり基礎研究成果からのイノベーションの実現である。そのため、イノベーションのプロセスに載せるべき新技術シーズの創出・育成が重要な課題となっている。

一方、アートやデザインの制作現場、関連産業部門では、日々移り変わる社会状況を追いつつ、日々の制作が行われており、将来のための新技術シーズの研究開発への関心は薄いのではないかと懸念がある。

このためには、前述の協働促進のための人材マッチングシステムを十分に活用しながら、分野を越えた研究開発を進めると共に、その成果のデモンストレーション活動も合わせて行い、ユーザー側に新技術を活用した新たな表現の可能性を理解してもらうことが重要であり、提案型の研究開発スタイルが求められる。

例えば、CG 描画ソフトは、この分野における制作ツールの最も基本的なものであるが、その自国率は低い。CG 技術の研究開発能力において、わが国の大学、

⁶⁹ http://mixi.jp/view_community.pl?id=5287

⁷⁰ <http://www.loftwork.com/>

研究機関は世界トップクラスの実力を有しているにも係わらず、その力が生かされていないのは、なぜなのかをよく分析する必要があるが、CGをはじめとするメディアアート分野での新技術シーズ創出型の研究開発においても提案型の研究スタイルが必要であると考えられる。先に紹介したように、JST 戦略創造研究「デジタルメディアデジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」研究領域においては、その先駆的な活動が行われてきている。

このような取り組みを積極的に行っていくことが、アート・デザイン系人材の科学技術への関心、また科学技術系人材のアートへの関心を喚起し、研究開発と制作の良好な関係構築につながると期待される。

（５）課題解決型協働プロジェクトの実施

経済活動のソフト化が進展する中で、デジタルコンテンツの経済的価値の重要性が高まっている。インターネットによる動画配信サイトの急成長の傾向は今後、この分野の重要性がさらに高まり、世界的な競争が激しくなることを告げている。

このような状況の中で、産学官が共同の認識の下で、異分野で強みを有する人材を結集して、直面する課題解決のための技術開発を行う「協働プロジェクト」を、積極的に展開していくことが必要である。

課題解決型協働プロジェクトは、「研究のための研究」「作品作りのための研究」ではなく、具体的な産業的価値を創出することを明確なミッションステートメントとし、研究開発成果の評価においても「市場的価値」、「流通的価値」等を尺度とする産業界の視点を取り入れた評価を行う必要がある。同時に、このような協働プロジェクトの過程において、世界が注目する最先端の文化芸術的価値や新たな産業の創出、世界における我が国の存在感を高めることのできる製作面での「スター人材」（例えば、“スティーブン・スピルバーグ、ジョージ・ルーカス”など）を輩出することを目指すことが重要である。

（６）創造的な人材育成プログラムの開発

文化芸術に資する科学技術は、排他的・独立的な研究領域ではなく、様々な研究分野を横串的に見て課題解決に必要な要素技術・知見を学際的に総合化する研究領域であることを先に述べた。

このため、文化芸術に資する科学技術の研究開発を進めていくためには、①個々の要素技術・知見を有する科学技術系人材の他に、②アート・デザインセンスを備え、文化芸術の観点から科学技術分野全体を俯瞰できる人材、③新たな創造に必要な要素技術・知見を集め、研究開発を指導していく人材、また、④文化芸術の振興に係る様々な社会状況や著作権等の知的財産制度を熟知し、その研究成果を円滑に社会実装していくための指導的な融合人材が必要である。

先に述べたように、既に東京大学情報学環、九州大学大学院芸術工学研究院に

において人材育成プロジェクトが開始されている。このような取り組みを継続的に進めこれらの先行事例の成果を踏まえつつ、他の大学や研究機関においても、社会的に必要とされている人員規模にも留意しつつ、異なるスタイルとカリキュラムによる人材育成プログラムを開発すべきである。

研究成果の社会実装促進のための人材育成には、大学の学生を産業界へ研修生として派遣するインターン制度は有効と考えられる。日本国内だけにとどまらず、アジア諸国や欧米との交流を視野に入れつつ、今後、重点的にとりくむべき施策である。

また、伝統文化やアジアの文化と結びついたオリジナルコンテンツ開発プログラム、ロボットやものづくりと連動した新たなコンテンツの開発、アート活動における触覚・嗅覚さらには共感覚の研究、アートと脳科学や認知科学などの新しい分野に特化した人材育成プログラムなど多様な形態が想定される。

さらに、小中学生などを対象にしたデジタルアート、メディアアート創造のための次世代若手人材の発掘・育成プログラムなどの開発が考えられる。コンペや関連イベントとの併催も有効な手法である。

(7) 産学のリエゾン機能及び人材育成活動連携の強化

本分野における産学連携の活性化を図るためには、産業界との密接なコンタクトの中で、研究室における様々の研究成果を現実化・社会化できるリエゾン機能（専担窓口）を大学内に持たせることが必要である。単に窓口を設置するだけではなく、迅速かつ適切な対応ができることが求められる。たとえば、STANFORD大学の産学連携パートナーシッププログラムである Media X では、パートナー企業から提示された課題を学内の興味領域に照らして翻訳し、1年間または3年間の研究計画の公募を行う。それに対して、各研究者が自由な組み合わせで研究提案を行い、それをパートナー企業とともに Media X が選定を行う。これに要する期間は4週間と極めて短く、学内の研究者にとって手軽な研究資金の獲得手段の一つになっている。

専ら製造業等との連携を前提としたこれまでの産学連携の仕組みを再点検し、近年、重要性が指摘されているサービス産業の生産効率向上等の取り組みと歩調を合わせて、文化芸術に関連する産業分野と大学・研究機関の連携強化のための体制構築を進める必要がある。

(8) アジアにおける国際共同研究の推進

メディアアートやデジタルコンテンツの分野において、米国のキャッチアップ一辺倒でなく、アジアを軸足にした新たな国際共同研究の推進が必要である。

この分野の一部には、すでに数年にわたって日本 VR 学界とアジア芸術科学学会、ASIAGRAPH において、活発な活動実績がある。これをさらに発展させ、

アジアを中心にすえた国際共同研究を産学官の各レベルで展開することが望まれる。

これまでは、日本、韓国、中国が、主としてメディアアートの研究面からの交流を展開していたが、今後は、その他のアジア諸国や各国産業界も広範に巻き込んだ形で、アジアから世界に向けて成果を発信していくべきである。具体的には、ものづくりと連動したコンテンツ開発、アジア独自の五感を活かしたアート作品、メディアアートの創成技術を活用した次世代デジタルコンテンツの研究開発、ハリウッド作品とは異なるテイストのアジア発の映像作品の共同研究開発などについて、日本が拠点となってリードする具体的なプロジェクトを推進することが望まれる。

そのような意味合いからすると、かかる観点から、2010年の上海万博は、アジアからのコンテンツ発信にとっての重要なマイルストーンのひとつとなるものであり、日本の位置づけをより鮮明にするための取り組みを検討していく必要がある。

(9) 世界にインパクトを与える次世代メディアアート創出のためのサクセスストーリー映像制作

以上、当面の重点施策として、(1) 重点研究開発領域の設定から(8) アジアにおける国際共同研究の推進まで、8つの施策項目をあげてきた。しかし、メディアアートやデジタルコンテンツについて、このような紙ベースの報告書で記述すること自体、表現手段としての限界を内包している。

これを克服するには、次世代メディアアートや新しい時代のデジタルコンテンツとはどのようなものかを実感的に理解してもらうために、内外の優れたCG映像作品(商業映像含む)や先端科学技術を駆使した作品群、さらには内外のトップアーティスト・クリエイター、先進メディアアート研究者、優秀プロデューサーなどへのインタビュー⁷¹記録を動画で記録・編集し、広く世の中に配信することが望まれる。あわせて、次世代メディアアートの創造において科学技術が果たす役割、内外の産学連携の先駆的成功事例、真に大学に必要な機能、求められる人材像、海外での先進的研究拠点の紹介などについて、関連データを提示しながらビジュアルな形で提示することが必要である。すなわち「百聞は一見に如かず」を実感してもらうためのビジュアルプレゼンテーションが不可欠である。

⁷¹ インタビュー候補として、たとえば、ジョージ・ルーカス、ロバート・ゼメキス、土郎正宗(攻殻機動隊)、坂本龍一、宮本茂(任天堂)、八谷和彦(PostPet開発)など。

第5章 まとめ

わが国の現在の科学技術基本政策は、2006年度からスタートした第3期科学基本技術計画に沿って展開されている。本報告書では、これまでの科学技術政策の変遷と今後四半世紀の社会変化の潮流を見据えた上で、これからの科学技術が実現すべき価値として、これまでの「知的価値」「経済的価値」「社会的価値」に加えて、新たに「文化芸術的価値」、とりわけ次世代デジタルコンテンツやメディアアートにハイライトをあてた。

20世紀におけるわが国の科学技術政策は、先行する欧米の科学技術や政策を後追いするような形で展開されてきた。21世紀においては、むしろアジアおよび世界における日本の立ち位置を明確にした上で、日本の独自性（アイデンティティ）をベースにした科学技術のあるべき方向性を明らかにしてゆくことが望まれる。すでに人口縮小モードに入った日本が、量的拡大から質的充実へと向かう中で、「科学技術に裏打ちされた文化芸術的価値」を、世界に向けて発信してゆくための総合的な未来ビジョンが不可欠である。

ゲームソフト、アニメ・マンガ、オタクといったこれまでどちらかというサブカルチャーに属すると思われていたものが、「クールジャパン」あるいは「遊び文化」として、文化的にも経済的にもグローバルに認知される時代になった。同時に、これらが最新の科学技術の成果を積極的に取り入れてきたことも事実である。人間に右脳（情動系）と左脳（論理系）があるように、人間が生み出す「芸術文化」と「科学技術」は、相反するものではなく、相補い、相互に触発しあう関係にある。しかし、現実には、クローズドな研究室におけるメディア・アートの研究成果を、社会的インパクトのある成果（作品）に結実させていくために、様々の仕掛けや政策誘導が必要である。

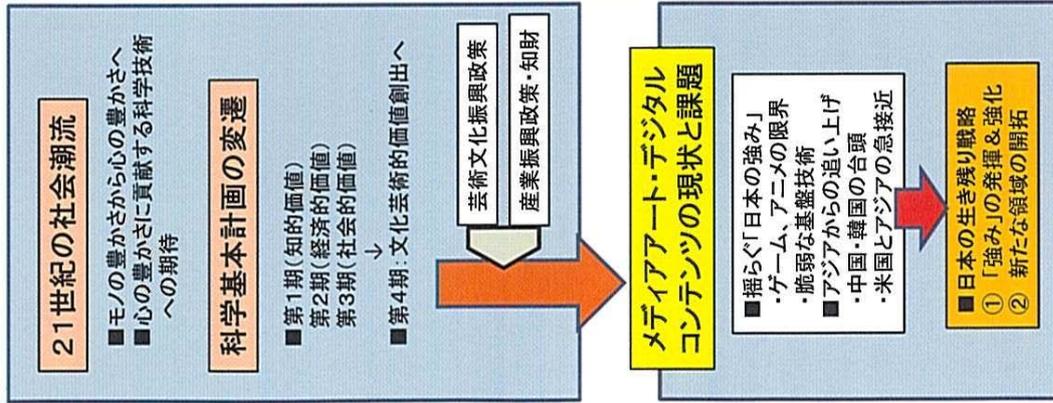
科学技術および文化芸術を生み出す源泉は、アーティストや研究者を含め「人間」である。これまでの科学技術の主な対象が、人間が作り出す外部世界（道具、空間、モノなど）に関わるものであったが、これからの科学技術が志向すべき方向は、「人間自身」にほかならない。人間が Art と科学技術に関わる、あるいは human centric な科学技術の総称については、まだふさわしい名前が見つかっていない。しかしながら、メディア芸術、インタラクティブ・メディアなど先端の学際研究分野が、情報学系等、既存の学問分野の系のみには収まるものでないことは明らかであり、分野総合的な基本的な政策体系の構築が必要である。

そこでは、理系・文系といった区分を超えた優秀な人材の教育・育成が不可欠であり、日本・アジアのみならず世界を視野に入れ、競争力あるスター人材育成をめざすべきである。メディアアートやデジタルコンテンツ産業のグローバル化は急速に進展している。

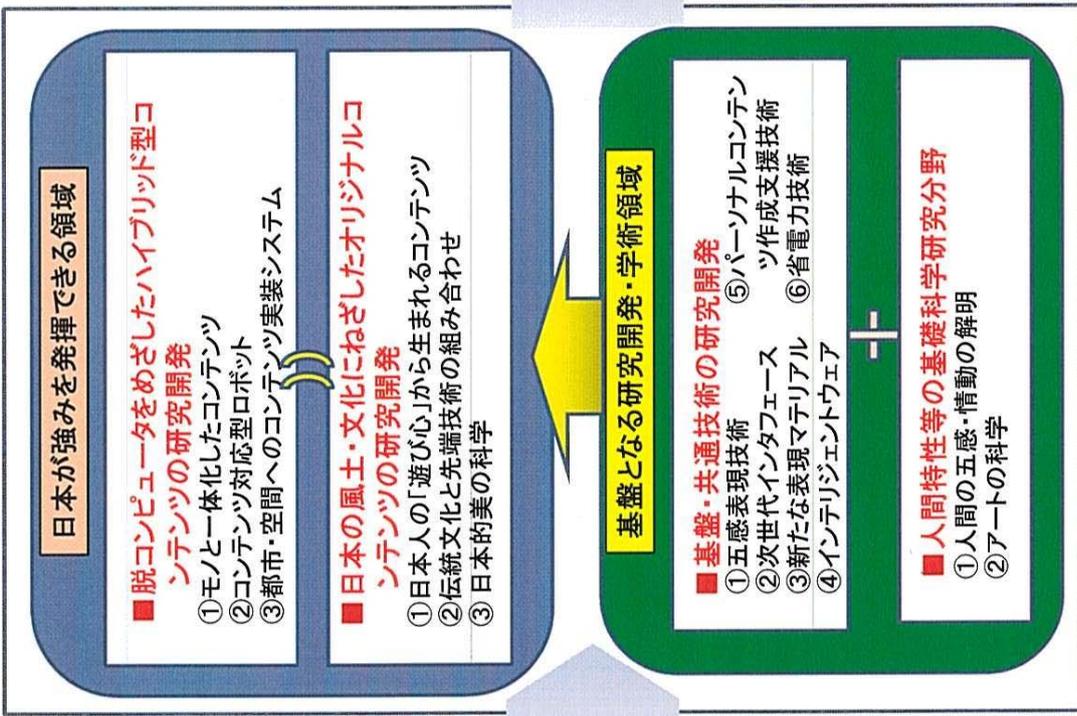
このような観点から、本報告書が、「科学技術と文化芸術」というこれまで体系的に取り上げられてこなかった研究領域に、新領域としてラインナップする重要性を提起し、さらなる検討と、掘り下げた具体案の策定が望まれる

科学技術と文化芸術の交流・共創による新たな施策展開

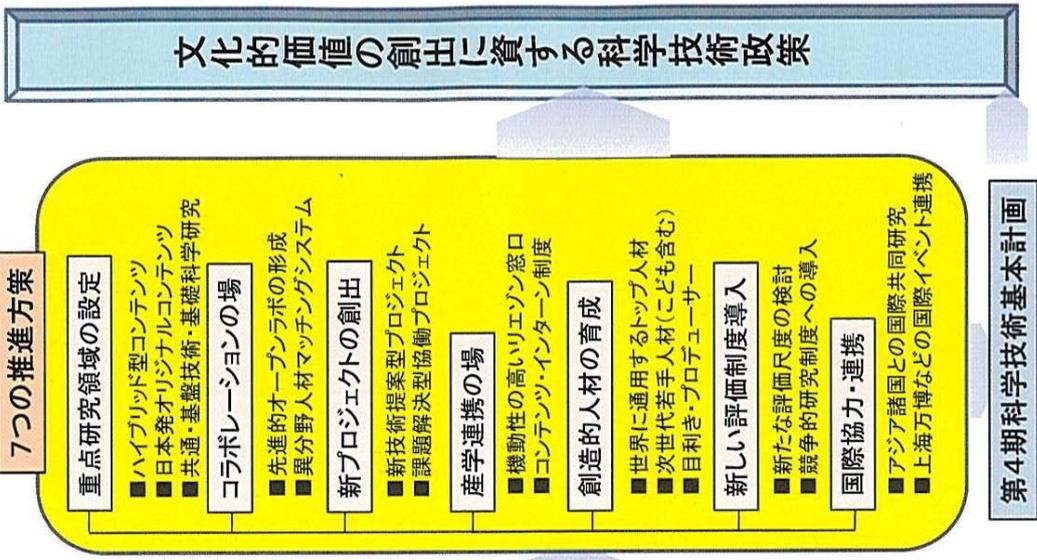
背景と課題



新たな研究開発領域



主な推進方策



第4期科学技術基本計画