

エンタテインメント科学とデザイン・エンタテインメント

長嶋洋一†

本稿ではエンタテインメントコンピューティングを一領域として包含する「エンタテインメント科学」、さらにそれを一領域として包含する「エンタテインメント学」の必要性について考察する。これは何年か前から筆者が注目している新しい学際領域を目指す提案でもある。次に、「エンタテインメント科学」の中で筆者が具体的にアプローチしている「デザイン・エンタテインメント」について紹介する。これは広義のエンタテインメントをデザインするための支援環境と、デザイナーを目指す学生へのデザイン教育に関する。従来「エンタテインメントデザイン」と言えば、ユーザにエンタテインメントを提供するシステムを設計するという開発側の立場であった。しかし筆者は近年、デザイナー側の「デザインする行為」そのものが新しいエンタテインメントとなる可能性を提唱し検討している。これは、ニコニコ動画などで普及しつつあるCGM(Consumer Generated Media)を、コンテンツだけでなく物理的なシステムにまで拡張した視点である。新しいシステムをデザインする上で壁となるソフトウェア設計(プログラミング)については、ProcessingやArduinoのように、オープンソース文化の普及とともに支援環境が充実してきた。そして近年、工学的知識を必要とするハードウェア設計の領域でも、物理コンピューティング(スケッチング)と3Dプリンティングの普及により「ハードウェア・オープンソース」の時代となってきた。本稿では、筆者の進めてきた複数のCPUモジュールを統合した汎用プラットフォーム試作の実例を紹介するとともに、デザイン教育において、デザイン行為そのものがエンタテインメントとなる可能性について紹介する。

Entertainment Science and Design Entertainment

YOICHI NAGASHIMA†

This paper reports new education about design and about "sketching" as a kind of the entertainment. This report also discuss about "entertainment science" and "entertainment study" - as the higher dimensional concept of "entertainment computing".

1. はじめに

筆者はこれまで、ComputerMusicやメディアアートに関連する、研究・システム開発・作曲・公演・教育などの活動を続けてきた[1]。そして最近、コンテンツの時代を迎えたデザイン教育の一環として、スケッチング(物理コンピューティング)との統合に注目している[2-10]。

ENTERTAINという単語は15世紀からあり、語源としては「entre(inter)+tenir(to hold)」、すなわち「中に入り込んで保持する」というほどの意味である。ここから現在の「entertain」の大きな3つの意味、(1)ゲストをもてなす、(2)人々を楽しませる、(3)心の中に何かを持つ、という概念につながった[Webster Dictionary]。Entertainmentはこの動詞の名詞形であり、狭義には一般に人々を楽しませる娯楽のうち、特に演者の技能を鑑賞することを主体とした見せ物・出し物・余興など(スポーツ・映画・演劇・演芸・コンサート・ライブ・パフォーマンスなど)を意味する。日本では個人の楽しみであるアミューズメントも広義のEntertainmentとして、遊園地・ゲーム・テレビ・読書・インターネット・ケータイまで含み、キーワードは「楽しさ/楽しむ/面白い」と言えそうである。

情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会にはきっかけとなったIWEC2002[11]以来、発足当初から参加/ウォッチしているが、60年ほどの歴史を持つコンピュータ/ITの応用分野として、まずは狭義のエンタテイ

ンメント、すなわちゲームや映像/アニメ制作の領域で面白さの実現を目指してきたように見受けられる。キーワードとしては、デジタルストーリーテリング・ゲームテクノロジー・エンタテインメントロボット・音楽エンタテインメント・エデュテインメント・モバイルエンタテインメント・エンタテインメントVRなどがあり、教育・ユビキタスなどの領域では、古典的なエンタテインメントの発想よりもさらに拡大している。

これまでの色々な技術を研究開発して応用する「対象としての」Entertainmentだけでなく、Entertainmentそれ自体を深く考察する中から新しい研究のアイデアが生まれる、という逆転の発想もあるようにも思われる。一例として、教育支援システムと言えれば真面目だが面白くないものばかりだったのに対して、教育Entertainmentという視点から、学習者を引き込んで成果を上げる教育ゲームの研究が大きく進展している。また、これまでの福祉工学や医療工学では、患者・障害者の支援という「真面目だが面白くない」アプローチが中心だったのに対して、福祉・医療Entertainmentとも言える視点から、一種のゲームによって機能回復や痴呆予防や免疫力回復に成功する例がいくつも出てきた。筆者の所属するSUACでは、2011年メディア造形学科卒業生(山中麻衣)の制作したシステム(病院とともに研究開発した、脳梗塞患者の後遺症[半側空間無視]の検証と回復訓練を支援するFlashゲーム)は、脳機能障害のリハビリツールとしての意義が医療現場でも評価された。こ

†静岡文化芸術大学
Shizuoka University of Art and Culture

れはentertainの目立たない3番目の意味「心の中に何かを持つ」という事が重要で、驚いたり魅了されたり興味を持ったり没頭したり癒されたり、という人間の脳/心の活性化に焦点を当てて、従来よりも人間を広汎に支援する「エンタテインメント科学」、さらには心理学・美学・形而上学など人文系のエンタテインメントも含めたより大きな学問領域としての「エンタテインメント学」が確立されていく可能性を予感させる。

2. デザイン・エンタテインメントへの道

従来のデザイン教育においては、理数系のプログラミング指向、あるいは芸術系の感覚(センス)指向、とコンテンツ制作の中核が分業していた。ときに両者は補完的にコラボレーションして良好な成果を上げることもあるが、テクノロジーの進歩の中で、根源的にはデザイン教育の壁であった。その理由は、総合的なEntertainment科学とすべき基礎が確立していないために、個々のデザイナーによる場当たりのアプローチに頼っていたためである。そこで基礎的科学の土台の上に、一般的なデザインアプローチとしてのEntertainmentデザイン教育環境の構築が時代の要請として求められる。筆者は過去の研究から第一段階として具体的に実験検討してみたいテーマに、コンテンツ創作Entertainment・ネットワークEntertainment・強調現実感Entertainment・福祉/医療Entertainment・カタルシスEntertainment・Entertainmentの本質的な検討、の6つを掲げた[8]。机上の議論だけでなく実際のデザイン教育の実験とリンクさせつつ、ユニバーサルデザイン・サステナブルデザインと並んでエンタテインメントデザインを科学的基盤の上に実現するのが目標である。



図1 MINDSTORMS
Figure 1 MINDSTORMS.



図2 LittleBits Kit
Figure 2 LittleBits Kit.

筆者が近年、デザイナー側の「デザインする行為」そのものが新しいエンタテインメントとなる可能性を提唱し検討しているのは、ニコニコ動画などで普及しつつあるCGM

(Consumer Generated Media)を、コンテンツだけでなく物理的なシステムにまで拡張した視点とも言える。お手軽に何かを作るEntertainmentとしては、有名なマインドストーム(図1)[12]やLittleBits(図2)[13]があるが、これはある意味で完成された玩具キットである。その一方、筆者の講義の中には「改造して何かを作ろう」というテーマがある。改造というとオリジナルに対して後ろめたいネガティブなイメージを伴うが、本家の持つ機能/フォルム/機構/量産品質などを活用して全く新しい価値を生み出すポジティブな「創造」行為である、という発想の転換は重要である。工業化社会の時代から「誰でもデザイナー」というエンタテインメントデザイン時代に進化する中で、製造業者がコスト(金型)をかけて作った筐体・機構などを積極的な意味で手抜きして活用する、あるいは伝統工芸/技能が生み出した造形/フォルム/機能の「心」を尊重しつつ活用することは、積極的に改造を楽しみ、新しいものを生み出す重要なデザイン姿勢である。既存のモノを越えた新しいモノを生み出す改造に、無駄な躊躇は不要なのである。



図3 キーボード改造の様相
Figure 3 Arrange with Keyboards.

SUACデザイン学部メディア造形学科で筆者が担当する2回生前期必修専門科目「サウンドデザイン」で、学生はMax6によるアルゴリズム実現(サウンドの生成/加工/編集、アニメーションとの連携、jitterによるライブグラフィクス等)を学び、2回生後期専門科目「サウンドデザイン演習」では、ハンダ付け特訓・電子工作キットの製作からGainer等を活用した物理コンピューティングにまで発展させる。その中で必ず行う実験が「安価なUSBキーボードをバラして改造」(図3)である。現在のUSBキーボード内部の基板は3cm×5cm程度の小さなものであり、あとは2枚のシート基板の接点部分をキートップ下のゴムボタンが押す構造で共通している。そこで、この基板をむき出しにした状態でMax5の走るパソコンに接続し、Keyコードを表示するパッチを見ながら、RowとColumnの適当なビット同士をショートさせてメモする試行錯誤の実験(時にはPCがリブートしたりIEが起動する事もあるが、その驚きの体験も教育的な意義がある)によって、20-25種類程度の「キーを押した」というイベントを簡単に検出することが出来る。

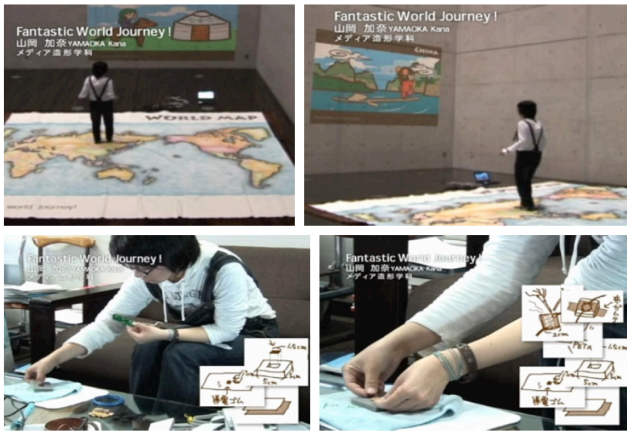


図4 インストール作品 "Fantastic World Journey"
 Figure 4 Installation Work "Fantastic World Journey".

図4はこのテクニックを活用したインストール作品で、SUAC卒展の学部長奨励賞を受けた山岡加奈の作品 "Fantastic World Journey!" の様子とメイキング映像の一部である[14-16]。世界地図の上を歩いて各地の映像を出す、というようなインストールはよく見かけるが、この作品では巨大な世界地図の下に仕込むセンサとして、エッチングしたスイッチ基板からスポンジで浮かせた導電ゴムシートまでを20数個、全て手作りした上で、それぞれの接点から延長して、分解・改造したUSBキーボードの基板に接続することで、プラットフォームとしてはFlash上で、「aのキーが押されたら〇〇〇のムービーを再生」というような単純なアクションスクリプトによって実現している。別の学生のインストール作品では、USBマウスを改造してユーザの回す巨大地球儀の回転をセンシングした例もあり、標準インターフェイスは「改造」実験の格好の対象である。

2011年のメディア造形学科・新入生5人(図5)と筆者とのコラボレーション・プロジェクト「ジャミーズ娘+」[17]では、1990年代に大流行した楽器おもちゃ "Jaminator" の分解・解析・改造から始まった。



図5 "ジャミーズ娘+"のメンバー
 Figure 5 Members of the "Jami-Girls' Band".

「ジャミーズ娘+」のメンバー5人は各自に固有のテーマカラーのグラフィクスとサウンドの制作を行い、全体構成・リハーサルを経て、作品 "Revolution-J" は2011年12月の首都大学東京でのインターカレッジで初演、さらに2012年9月のMOM (Make Ogaki Meeting) 2012で再演され、YouTubeに限定公開したメイキング[18]とパフォーマンス

映像[19]は、国内だけでなく海外の専門家からも絶賛され、筆者が参加した国際会議 Sketching2012 の場では、実際に Jaminator をデザインした米国 IDEO のデザイナー本人からも賞賛を得た[20]。図6はその風景であるが、この作業によって世の中に存在しなかった新しいものを生み出すデザイン作業を学生も筆者もエンジョイし、まさにデザインエンタテインメントの本質を改めて実感した。

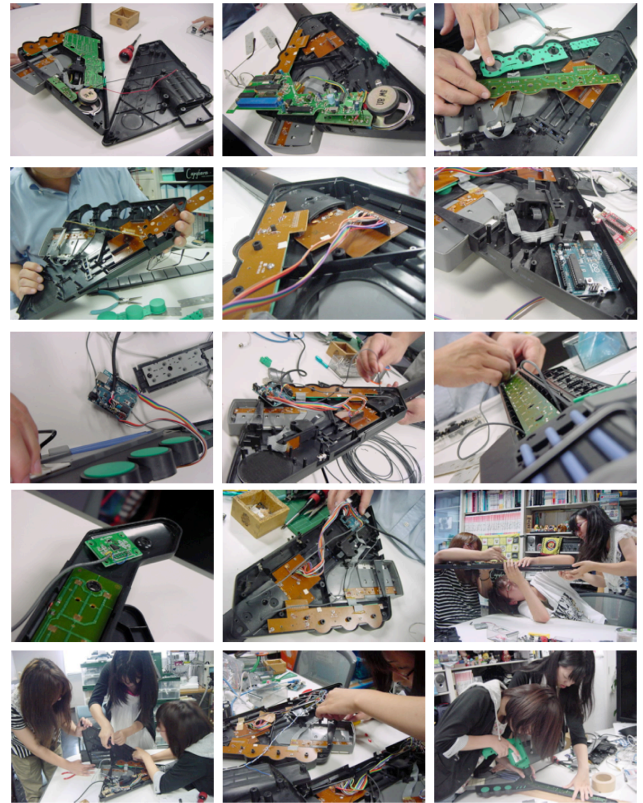


図6 Jaminatorの分解・解析・改造作業の様子
 Figure 6 Arrange / Remodel of Jaminators.

3. スケッチング教育のプラットフォーム

新しいシステムをデザインする上で壁となるプログラミングについては、Processing や Arduino のように、オープンソース文化の普及とともに支援環境が充実してきた。そして近年、工学的知識を必要とするハードウェア設計の領域でも、物理コンピューティング(スケッチング)と3Dプリンティングの普及により、ハードウェア・オープンソースの時代となってきた。

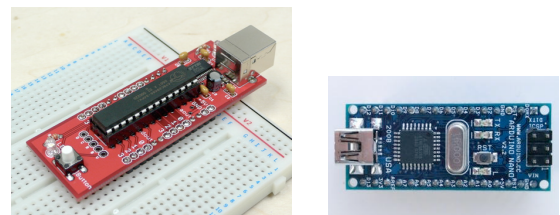


図7 Gainer (左) と Arduino (右)
 Figure 7 Gainer (left) and Arduino (right).

オープンソースの代表として登場した Gainer (図7左) は、Max/MSP/jitter・Flash・Processing のクロスプラットフォームに対応して、新しいシステムをデザインするた

めの標準インターフェースとして新しい時代を拓いた。PC
 ホスト不要のスタンドアロンシステムの中核として世界的
 な標準となったArduino(図7右)とともに、ハード面ではブ
 レッドボードを使うデザイナー(学生・アマチュア)が多い。
 しかし、過去に数多くのオリジナルシステムを開発制作し
 てきた[1]筆者にとって、予備的な実験ならともかく、最
 最終的に作品となる部分にブレッドボードを使うというの
 は信じられない。ComputerMusicのライブパフォーマンスに
 使うセンサでなくても、インストール作品のインタ
 ーフェースや入出力部分でも、部品を差し込んだだけの
 ブレッドボードの信頼性の低さは致命的である。そして多
 くの作品では、GainerやArduinoが持つ入出力ポート数の
 少なさから、これを拡張する術を持たないデザイナーは、無
 意味に多数のGainerやArduinoを並べる、という愚直で美
 しくない方法を採用するために、さらにシステムの信頼性
 が低下する悪循環となり、最大の課題となっている。

多くの作品において多数の入出力ポート数による表現の
 ためのシステム拡張を手配線で行ってきた[1]筆者は、
 新しい作品を制作する過程を学生が楽しむ様子に触れた事
 をきっかけとして、スケッチング教育のための汎用プラ
 ットフォームとしてのカスタム基板を開発することを決意し
 た[21-26]。膨大な手配線の手間を基板化により解決しつ
 つ、GainerやArduino単体では実現できない入出力ポート
 の拡張を実現することで、システムをデザインする、とい
 う本命のプロセスをエンタテインメントとして支援する、
 というのがその目標である。

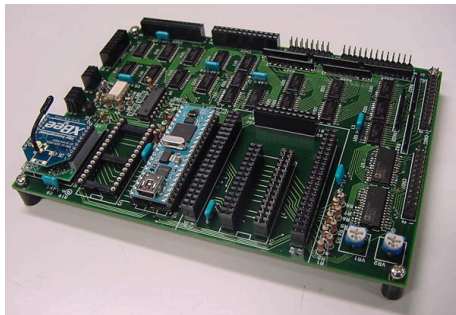


図8 SUAC board ver.0.5
 Figure 8 SUAC board ver.0.5.

2012年12月に完成した最初のバージョン(図8)では、基
 板上に搭載できるホストマイコンとして、秋月電子のAKI-
 H8、Arduino-Nano、Gainer-Mini、そしてPropeller(後述)
 搭載のPropStick、の4種類に対応し、いずれかを選択して
 搭載する。マイコンにより実現できる拡張機能に差はある
 が、デジタル入力64ビット、デジタル出力(PWM対応)
 64ビット、アナログ入力24チャンネル、MIDI入出力、XBee
 入出力を標準機能として持ちながら、市販の汎用実験基板
 とスタックできる同一サイズ(160mm×115mm)を実現した。

過去に秋葉原で大ヒットしたAKI-H8、そしてGainerや
 Arduinoに比べて知名度の少ないPropeller(図9)である
 が、筆者が過去に発表した多くのドキュメント[27-37]、
 あるいはWebページ[38-44][21-26]で紹介しているのでこ
 こでは割愛する。1チップ内の8個の32ビットCPUが同時に
 並列処理する能力に興味のある方はぜひ参照されたい。

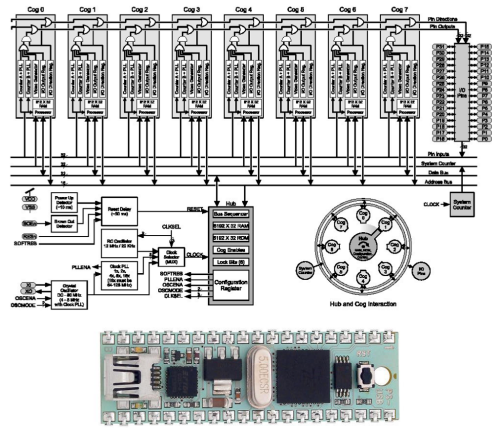


図9 PropellerプロセッサとPropellerボード
 Figure 9 Propeller Processor and Propeller Board

4. SUAC board ver0.5の開発と実験

2012年12月に完成した「SUAC board ver. 0.5」と名付け
 た基板の開発において筆者が考慮したのは、電源/信号電
 圧の異なる(5V系と3.3V系)複数のマイコンを選択的に搭載
 して使用できること、入出力ポートをバス構成として、多
 数のラッチを並べてソフトウェア的に時分割多重化して多
 数の出力を実現すること、外付けの8チャンネルA/Dコン
 バータを含む多数のデジタル入力ポートを実現すること、
 シリアルインターフェースとしてMIDIとXBeeの入出力
 をシリアル対応可能なマイコンが選択的に利用可能なこ
 と、Propellerがソフトウェア的にビデオ信号を生成でき
 るので対応する外部D/Aを2チャンネル分搭載すること、な
 どであった[21-23]。図9は、予備的な実験を経て完成した
 手描きの回路図である。

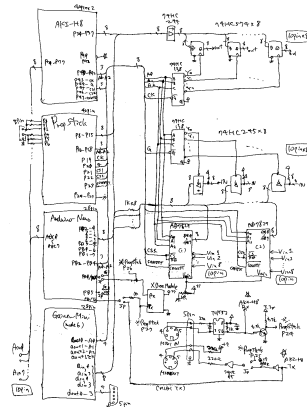


図9 SUAC board ver.0.5の手描き回路図
 Figure 9 Circuit of SUAC board ver.0.5.

図8の回路図をそのまま業者(P板.com)に出すとコストが
 かかる事もあり、指定CADソフトで回路図エントリーと配
 線チェックまでを通した回路図が図10である。実際には、
 図10のバージョン0.5の基板はバグもいくつか発見され、
 またGainer miniの非互換性が発覚したので通常の
 Gainerに戻すとか、さらに機能を検討してAKI-H8につい
 ては搭載しない、というような改良検討も進めつつ、実験に
 よって十分なパフォーマンスを持つことも検証し、さっそ
 く実際に学生のインストール作品にも活用した。

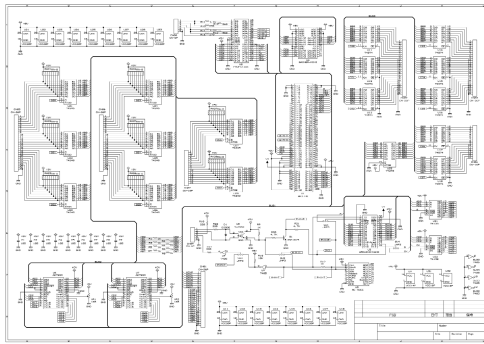


図10 SUAC board ver.0.5のCAD回路図
 Figure 10 Circuit of SUAC board ver.0.5.

AKI-H8やArduinoでは実験のためのプログラムをファームウェアとしてマイコンボード上のCPU内のフラッシュEEPROMに転送する書き込み回数制限が気になってくるが、Propellerでは内部RAMに転送して実験して、動作が確定したところで外付けフラッシュEEPROMに転送できるために、主として実験はPropellerを使って行った。例えば図11(上)の実験[45]では、QuickTimeムービーを再生しているMax5パッチで、グラフィックイコライザの出力から10バンド分のデータが一斉にデータ密度5msec程でMIDI出力される。他に何も仕事をしなくても、このトラフィックのMIDIを受けただけで、標準のツールのC言語でプログラミングしたArduinoはMIDIデータを受け損ねてとりこぼす。これをPropellerは内部8個のCPUのうちの1個が1ビットずつソフトウェア的に監視して受信し(USARTは不要)、その情報から2系統の異なるビデオ信号としてソフト的にNTSC信号を生成(それぞれCPUを2個ずつ使用)して、2つのビデオモニタにグラフィックイコライザのバーグラフをライブにカラー表示している。これはAKI-H8など他のマイコンでは到底、不可能な処理量である。

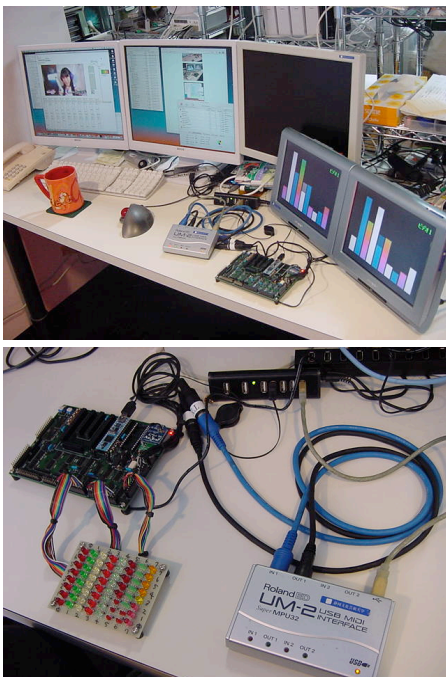


図11 SUAC board ver.0.5の実験風景
 Figure 11 Experiment of SUAC board ver.0.5.

また、図11(下)の実験[46]では、Propellerライブラリとしてアセンブラによる高速処理を完備して、この基板のシステムに対応して、64ビットのデジタル出力を、単なるON/OFFだけでなく、個々に128段階のPWM制御するようにした。これにより、ホストのMax5からMIDIあるいはXBeeで送られてくる疑似MIDIメッセージプロトコルに対応して、治具として製作した64個のLEDを個別に連続値制御しているところである。

ここまで実験したところにちょうど、インストール作品の相談に3回生が訪れたことで、最初の実験台としてさっそくこの基板が活躍した。図12はその模様で、24個のLEDを個別にPropellerが連続的に照度制御するとともに、8チャンネル距離センサからのMIDI情報を受けて、作品の周囲の体験者の動きを検出してLEDの点灯モードを切り換える、という幻想的な作品を1週間で実現した[47]。

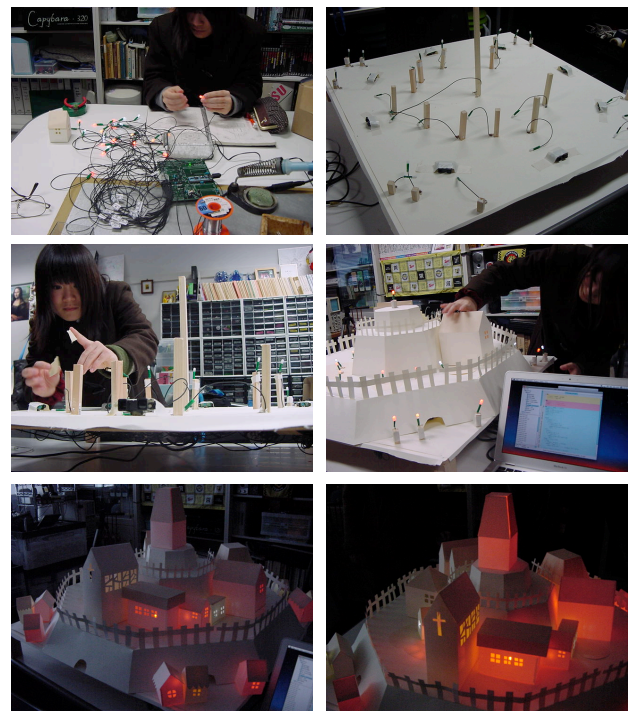


図12 SUAC board ver.0.5によるインストール作品
 Figure 12 Installation Work using SUAC board ver.0.5.

その後、図13のようにArduino(左)とGainer(右)を搭載する実験も進めて、次のバージョンでの改良点なども出揃って来たところである。

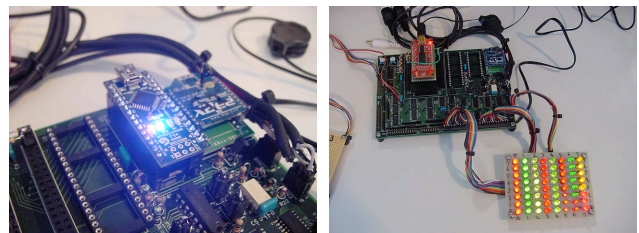


図13 Arduino(左)とGainer(右)とSUAC board ver.0.5
 Figure 13 Arduino(left), Gainer(right) and SUAC board ver.0.5.

このようなプラットフォームの改良の検討のためには、上述のような具体的な作品制作への応用事例、そしてユーザとなる初心者デザイナーあるいは周辺領域の専門家に対す

る調査やコラボレーションとしてのワークショップによって、実際に色々とやってみる(ケーススタディ)が重要である。2013年2月にはGainer開発者の小林茂氏をSUACに招いてのワークショップ(図14上)[48]を、2013年3月には台湾・開南大学の曾興魁氏が来日してのワークショップ(図14下)[49-52]を開催したが、このような場から新しい可能性が生まれてくるのも、広い意味でのデザインエンタテインメントである。



図14 SUACでのワークショップの風景
Figure14 WorkshopsinSUAC.

5. おわりに

SUACでのデザイン教育とスケッチング(物理コンピューティング)教育について紹介した。デザインエンタテインメントからエンタテインメント科学、さらにエンタテインメント学への発展を視野に、これからも新しい可能性を追求していきたい。

参考文献

- 1) 長嶋洋一, Art & Science Laboratory, <http://nagasm.org>
- 2) 長嶋洋一, メディアコンテンツ・デザイン教育におけるコンピュータサウンドの活用事例, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 102 (2007-MUS-72), 情報処理学会, 2007年
- 3) 長嶋洋一, コンテンツデザイン教育におけるコンピュータサウンドの活用事例, 静岡文化芸術大学紀要・第8号2007年, 静岡文化芸術大学, 2008年
- 4) 長嶋洋一, フィジカル・コンピューティングとメディアアート/音楽情報科学, 情報処理学会研究報告 Vol. 2008, No. 89 (2008-MUS-77), 情報処理学会, 2008年
- 5) 長嶋洋一, デザインプロセスにおける「スケッチ」と物理コンピューティング, 静岡文化芸術大学紀要・第9号2008年, 静岡文化芸術大学, 2009年
- 6) 長嶋洋一, シーズ指向による新楽器のスケッチング, 情報処理学会研究報告 2009-MUS-080, 情報処理学会, 2009年
- 7) 長嶋洋一, エンタテインメント・コンポーザリング教育に向けて, 情報処理学会研究報告(2011-MUS-90), 情報処理学会, 2011年
- 8) 長嶋洋一, コンテンツ制作支援のためのエンタテインメント科学とエンタテインメントデザイン, 電子情報通信学会2011年ソサイエティ大会講演論文集, 電子情報通信学会, 2011年
- 9) 長嶋洋一, 改造による新楽器の創造, 情報処理学会研究報告(2011-MUS-93), 情報処理学会, 2011年
- 10) 長嶋洋一, デザイン・エンタテインメントを支援するプラットフォームについて, 平成23年度全国大会講演論文集, 情報処理学会, 2013年
- 11) Yoichi Nagashima, "IMPROVISESSION-II": A Performing/Composing System for Improvisational Sessions with Networks, Proceedings of International Workshop on Entertainment Computing, 2002年
- 12) <http://mindstorms.lego.com/>
- 13) <http://littlebits.cc/>
- 14) <http://nagasm.org/1106/installation/>
- 15) <http://nagasm.org/1106/installation2/>
- 16) <http://nagasm.org/1106/installation3/>
- 17) <http://nagasm.org/ASL/Jaminator/>
- 18) <http://www.youtube.com/watch?v=aXv-NAnt6iw>
- 19) <http://www.youtube.com/watch?v=Midqvqej-hw>
- 20) <http://nagasm.org/1106/Sketch2012/>
- 21) <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index3.html>
- 22) <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index4.html>
- 23) <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index5.html>
- 24) <http://nagasm.org/ASL/Propeller3/index.html>
- 25) <http://nagasm.org/ASL/Propeller3/index2.html>
- 26) <http://nagasm.org/ASL/Propeller3/index3.html>
- 27) 長嶋洋一, マルチメディア心理学実験のためのプラットフォームについて, 日本音楽知覚認知学会2008年春季研究発表会資料, 日本音楽知覚認知学会, 2008年
- 28) 長嶋洋一, サウンド・インスタレーションのプラットフォームについて, 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 50 (2008-MUS-75) (2008-HCI-128), 情報処理学会, 2008年
- 29) 長嶋洋一, 並列処理プロセッサを活用したメディアアートのための汎用インターフェース, 情報処理学会研究報告 Vol. 2008, No. 78 (2008-MUS-76), 情報処理学会, 2008年
- 30) 長嶋洋一, メディアアートのための汎用インターフェースのプラットフォームについて, 情報科学技術フォーラム2008講演論文集, 情報処理学会・電子情報通信学会, 2008年
- 31) Yoichi Nagashima, Parallel Processing System Design with "Propeller" Processor, Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, 2009年
- 32) ワorkshopプラットフォーム 長嶋洋一, 並列処理プロセッサ"Propeller"によるプラットフォームの検討, 情報処理学会研究報告 2009-MUS-083, 情報処理学会, 2009年
- 33) 長嶋洋一, 並列処理プロセッサ"Propeller"によるスケッチング・プラットフォーム, 静岡文化芸術大学紀要・第10号2009年, 静岡文化芸術大学, 2010年
- 34) Yoichi Nagashima, Untouchable Instrument "Peller-Min", Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, 2010年
- 35) Yoichi Nagashima, Untouchable Instruments and Performances, Proceedings of 2011 International Computer Music Conference, International Computer Music Association, 2011年
- 36) 長嶋洋一, Propellerを使った体験型アート作品の製作(前編), トランジスタ技術, CQ出版社, 2008年9月
- 37) 長嶋洋一, Propellerを使った体験型アート作品の製作(後編), トランジスタ技術, CQ出版社, 2008年10月
- 38) <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary01.html>
- 39) <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary02.html>
- 40) <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary03.html>
- 41) <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary04.html>
- 42) <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary05.html>
- 43) <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index.html>
- 44) <http://nagasm.org/ASL/Propeller2/index2.html>
- 45) <http://www.youtube.com/watch?v=nKzJ7Ikrs00>
- 46) <http://www.youtube.com/watch?v=4FeWYyop8m4>
- 47) <http://www.youtube.com/watch?v=Af210cqoh5c>
- 48) <http://nagasm.org/1106/news3/20130202/>
- 49) <http://nagasm.org/1106/news3/20130327/>
- 50) <http://nagasm.org/1106/news3/20130328/>
- 51) <http://nagasm.org/1106/news3/20130329/>
- 52) <http://nagasm.org/1106/news3/20130330/>