

Computer Musicパフォーマンスはこの20年間で進歩したのか

長嶋洋一†

もしバツハの時代にコンピュータがあったなら、もっと凄い音楽が出現していた筈である。古来からの道具(楽器/楽譜/演奏家)で新しい音楽を作曲する道もあるが、コンピュータ音楽によって新しい可能性を模索する意義もある。ICMCやSIGMUSとともに20年間、Computer Musicの作品公演を重ねて来た立場から、どうして現在でもMIDI程度のプロトコルで十分なのか、20年前からおよそ1万倍以上は性能向上しているITで何が本質的に進歩していないのか(音楽の本質的特性)について考察した。具体的な事例とともに、新楽器、ライブパフォーマンスに関わる身体表現、インターフェース、ネットワーク、視覚情報との絡みについても検討した。

Did the live computer music performance progress in these 20 years?

YOICHI NAGASHIMA†

This is a report of computer music works and public performances over 20 years or more. Although the capability of computer systems has been improving by 10,000 or more times compared with 20 years ago, the MIDI protocol(1983) is still useful. It is necessary to argue about what is essentially important and what is optional in computer music. In this paper, I will also comment about new interfaces, a network, the relation with visual information, and the body expression of live performance.

1. はじめに

筆者はこれまで、Computer Music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]。筆者にとって、Computer Musicの作曲の一部として、新しいアイデアをシステムやプログラムとして実現する作業は重要であり、関連した新インターフェース・新センサ・新アルゴリズムの研究開発も作曲の重要な要素である。そして研究と作品公演を重ねる中で、いろいろな場での講演において、コンピュータ音楽について紹介・考察・議論してきた([2]-[13])。

いわゆる「ライブミュージック映像」という形態のコンテンツは、ライブ音楽の公演を多数のカメラで記録し演出し編集することで完成する映像作品である。コンピュータ音楽の領域の中で、もっぱらライブパフォーマンスに傾注し、打込み音楽や電子音響音楽(非実時間のスタジオ編集作業→CD作品として完成)にあまり興味が無かったこととも関係するのか、筆者は過去のComputer Music作品公演の際には、教育の場での事例紹介の目的で単独カメラを三脚にセットして内蔵マイクで録画した、地味な「記録映像」しか残してこなかった。

今回たまたま、そのような単純な記録としての筆者の過去(1993年-2012年)のComputer Music作品公演の記録ムービーを教材として約90本、YouTubeに全て置く([14][15])という作業を行ったが、ちょうど同じ時期に、情報処理学会・音楽情報科学研究会が2013年に設立から20周年を迎え、夏シンポが100回目の研究会となる、というアナウンスを受けた。音楽情報科学研究会は「研究グループ」を経て、1993年(筆者が河合楽器から退社独立したのもこの年)4月に情報処理学会の正式な研究会となったが(第1回研究

会から筆者は発表)、それ以前に1985年頃から任意団体として学際領域で活動しており、筆者は1988年から参加していた(初発表は1989年の夏シンポ)[16]。

窓際(遊んでいる)と揶揄された任意団体から情報処理学会の正式な研究会[17]へと出世し、若手から多数の優秀な博士を輩出し、音楽情報検索や表情付けや信号処理/音楽情報処理の研究が世界をリードし、初音ミクやCGMなどの時流にも乗って音楽情報科学研究会は発展を続けてきたが、同時に、かつて工学/情報科学の研究者とともに音楽情報科学研究会の主流メンバーだった「音楽サイド」、すなわち音楽家・演奏家・音楽学者・音楽心理学者などの専門家が次々と音情研から去っていったのも残念ながら事実である。本稿は、この「音情研20周年」という節目の機会に、筆者の立場からタイトルのような問題提起を試みる叩き台(→第100回研究会テーマの一つ?)として構想した。

ICMAが1974年から開催しているComputer Musicの国際会議ICMC[18]に筆者が1991年(Montreal)に参加してから同じく20年以上が過ぎ、今年のICMC2012(Ljubljana)は15回目の参加となる[19]。本稿は自分の作品だけでなく、ICMCの場で触れ、刺激し合い競い合った20年間の世界先端のコンピュータ音楽の推移と、それを支える新技術トレンドなども意識、反映させて執筆した。この機会に過去の資料[20][21]とともに、温故知新の参考としていただければ幸いである。紙面の関係で図は末尾のURL先を参照されたい。

2. 1992-1994年のComputer Musicライブ公演

任意団体時代の音楽情報科学研究会に参加した当初は、筆者は楽器メーカーで電子楽器(音源LSI)やDTM音楽システムの研究開発に従事するエンジニア・音楽愛好家であった。

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

音情研で知り合った作曲家・中村滋延氏のためのカスタムセンサシステムの開発からこの世界に入ったが、新鮮な現代音楽・電子音響音楽に触れて学ぶとともに、後に世界に発表されたMax[22]のプロタイプに触れた事が、楽器業界に未来は無いと見限って後に独立する決定打となった。

筆者が作曲家としてコンサートで初めての作品公演を行った1993年はその独立の年であるが、大阪のイメージラボ研究員として作品にMaxを使ったのは翌1994年からであり、1992-93年当時はコンピュータはセンサからのMIDI情報を受けてカオス生成のアルゴリズムを走らせるのが精一杯で(現在では当たり前のソフトシンセも無し)、作品の一部であるオリジナルのプログラムをC言語で開発し、MIDIインターフェースを経由して各種音源(シンセサイザ、サンプラー等)を鳴らしていた。

ICMCのコンサートセッションでの色々な作品形態のうち、電子音響音楽作品は基本的に20年間同じコンセプト/形態であり、安易な打込み音楽がほぼ排除されているのも一貫している。ライブ音楽の中で「スタジオ制作された電子音響音楽をBGMとして再生するところに生楽器の演奏者がライブ共演する」という形態も、現在まで一つの主流である。IRCAMやCCRMAがNeXTコンピュータ上のISPWボードで実現した先端のリアルタイム音響信号処理はまだ普及していない時代で、大部分のライブComputer Musicは筆者と同様にMIDIベースのセンサを用いて、サウンド生成はMIDI音源とMIDIサンプラー等で構成されていた。

ライブ音楽演奏のステージはそれ自身がビジュアルな要素を持つが、Computer Musicをメディアアートの一形態として、まだパソコンが非力な時代にあっても、筆者は初期の作品から映像作家・由良泰人氏とのコラボレーションにより「センサ+ライブ音響生成+ライブグラフィック生成」を目指した。1993年の作品“CIS (Chaotic Interaction Show)”[23]では、2台のパッドとワイヤレス化したPowerGloveとJoyスティックからのMIDI情報をマージしたセンサ入力に対して、2台のノートPC(うち1台ではデータを学習したニューラルネットを走らせてジョイスティックの2次元入力とグラニューラシンセシスのパラメータをリアルタイムにマッピング)と2台のAMIGAコンピュータと、音源ハードからオリジナルのGranularシンセサイザを含む多数のMIDI音源によって、リアルタイム音響とリアルタイムCGを生成した[24]。MIDI規格は1983年から30年も続く音楽演奏情報プロトコルであるが[25]、高速高密度なライブ演奏情報のトラフィックに十分に対応できるものであり、いまだに現役の演奏情報伝達能力を持つ。

翌1994年には2作品を作曲公演したが、由良泰人氏とのコラボレーション第2弾となる作品“Muromachi”[26]においてはパフォーマンスとシステムの間を前作(音楽演奏→グラフィック生成)を逆転させ、ステージ上でパフォーマー(画家)がお絵描きするAMIGAのペンシルマウスのMIDI座標情報からサウンドをライブ生成するシステムを、MIDIリンクされた5台のパソコンの連携で実現した[27]。カオスをテーマとした作品“Strange Attractor”[28]においては、ステージ上のピアノを弾いたり鎖や鉄板を投げ込むピ

アニストは、ライブ生成されているカオス振動の倍周期分岐のモードを聞き分けて次のアクション(MIDI衝撃センサのトリガ)に進む指令を受けた。システムは、2次元カオスのライブCGを生成するノートPCを含めて全部で5台のノートPCで構成[29]する必要があった。USBなど存在せず、PCのメインメモリが16MB、内蔵HDDが20MB、80386や68020などのCPUクロックが25MHzという時代であった。

3. 1995-1996年のComputer Musicライブ公演

1995年には、前年のパフォーマンス作品“Muromachi”のシステムをコンパクト化しつつ、コンサート聴衆のリクエスト「自分でも描画パフォーマンスをしたい」を実現するインストール作品に進化させて2回、展示発表した。それ以外に2年間に新たに4作品を作曲、公演した。

「声」をテーマとした作品“Virtual Reduction”[30]では、2人のボーカル(楽譜例は[31])のライブ歌声をエフェクタで信号処理するパラメータをPowerGloveセンサからライブ制御し、同時に事前にスタジオ録音したサンプラー歌声と合奏するシステム[32]であったが、現在であればMax/MSPの走るパソコン1台で簡単に実現できるものである。

1995-96年は、イメージラボと自宅のSGI社・IndyワークステーションをライブComputer Musicに活用した時期でもあった。IndyはOSであるIRIXのカーネルがリアルタイムにMIDIメッセージを扱う処理能力があり、同時に多数のリアルタイムサウンドファイル再生プロセスを走らせることも出来たので、OSのバグにパッチを当てつつ、数年後にMax/MSPで行う処理を先駆けて体験することが出来た。作品“David”[33]ではその先駆けとして、IndyのOpen-GLによるリアルタイム3D-CGをスクリーンに投射するシステム[34]において、ダンサーとオペレータの2人のパフォーマーからのMIDIセンサ入力をマージしつつMaxでサウンド生成するMac(Max)とグラフィック生成のIndyにそれぞれMIDIフィルタ出力する装置を自作(センサ・マージャ等のMIDI機器は秋月電子のAKI-80/AKI-H8をアセンブラで開発)した。Indy上のプログラム例は[35]の最後にある。

1996年に作曲・公演した2つの作品“Asian Edge”[36]、“Johnny”[37]は、過去の作品の中でもっとも大規模なシステムとなった[38][39]。Yamaha「ミブリ」のセンサ(両肩/両肘/両手首)を分解改造したオリジナル身体動作センサ等の多数のセンサのMIDI情報をマージして全体を制御するMaxから、サウンド系ではMIDI音源やサンプラーとともに多数のサウンドファイルを刻々と重複再生するプロセスをMIDIから走らせるIndyや、オリジナルのグラニューラシンセサイザを駆動した。グラフィック系ではMIDI制御8入力8出力ビデオスイッチャ[40]を開発して、IndyからのライブCGと3台のCCDカメラと3台のビデオデッキからの映像入力をパフォーマーの身体動作によって瞬時に切り換えて3台のプロジェクタからスクリーンに投射した。アジアの印象を醸し出すサウンドファイル(数分程度のファイルを30本ほど)の編集制作には総計1000時間のスタジオ作業を費やしたが、ここで開発したUnixスクリプトを活用することで、次作の作曲では所要100時間にまで効率向上した。

4. 1997-1998年のComputer Musicライブ公演

1997年になると、コンピュータの能力向上や、神戸・大阪などでのコンサートの機会と新作の発表数が増えたこともあり、筆者のComputer Music作品のシステムは、作品の音楽的テーマに対応して重点を鮮明にしなが、一気にシングル/コンパクト化を進展させた。電子音響音楽(テープ作品)としてフルート音の素材をIndy上で音響編集した作品“Perching Proteus”と、この素材(サンプラー)をパフォーマーの身体表現でトリガする作品“Flying Proteus”と、CCDカメラのライブ映像スイッチングを組み合わせた作品“Ephemeral Shimmer”(ソウル公演)[41]の3作品は、関連プロジェクトとして同時に作曲した。

1997年10月に神戸山手女子短期大学で行ったコンサートでは新作3作品を発表し、作品“The Day is Done”[42]ではソプラノの音声と絡むMax上のspeechオブジェクトのために、パーカッションのようにクリックするための6台のPowerBookがステージに並んだ[43]。作品“Brikish Heart Rock”[44]では、フルート奏者と初代の筋電センサ[45]を身に付けたパフォーマーによるアルゴリズム即興[46]を行った。作品“Atom Hard Mothers”[47]では前作“Asian Edge”に続く大掛かりなシステム[48]で、身体表現のパフォーマーとともに、16本の光ビームを使った新楽器「光の絃」の演奏者が図形楽譜[50]とともに即興的に演奏した。翌月に発表した作品“天にも昇る寒さです”[51]では、多数のパフォーマーとともに「怪談」の実現を目指した。

1998年以降の数年間は、ギリシャのICMC1997で出会ったリアルタイム音響処理エンジン“Kyma”([52]-[54])が、サウンドファイルの加工生成とライブ音響信号処理システムの主役となった。モトローラDSPチップを多数並べたボードを複数搭載し、オブジェクト指向のプログラミング環境から自在な信号処理アルゴリズムをロードし実行するKymaシステムの処理能力は体感で当時のMax/MSPの10-50倍ほどだった[7]。ただしセンサ処理とKymaパラメータ制御は引き続きMaxである。同年3月に相愛大学で行ったコンサートでは新作3作品を発表し、作品“Ogress”[55][56]ではソプラノの歌声を、作品“Scenary”[57][58]では笙のサウンドをリアルタイム信号処理し、作品“Atom”[59]ではサンプラーとエフェクタの両方をKymaが兼ねた[60]。

1998年10月に神戸の2つのコンサートで発表した2作品は筆者にとってその後続く印象深いものである。ICMC1997で知り合った作曲家/演奏家の東野珠実氏(笙)のための作品“Visional Legend”[61][62]は、後に2001年の欧州ツアー[63][64]での改訂再演に繋がるものであり、笙プレスセンサ[65][66]のお披露目ともなった。神戸の舞子の住人の塩川麻依子がインターネット上の「マイコプラズマ」の情報を朗読するライブ音声をKymaでサンプリングして多重生成変調することで増殖するマイコウイルスを表現した作品“Mycoplasma”[68]は、ステージ上に動きが無いのにダイナミックな音楽表現を実現でき、その後しばらく続く「演奏のライブサンプリング→リアルタイム変調」(ICMCでも世界的に続いたブーム)という作品スタイルの先駆けとなり、客席の音楽評論家からも絶賛された。

5. 1999-2000年のComputer Musicライブ公演

20世紀最後の2年間は筆者にとっても節目の時期であった。独立後の8年間、毎週、浜松から関西に非常勤研究員/講師として通っていた生活が2000年4月のSUAC開学(専任教員)によって激変し、ICMC1999北京[69]はイメージラボとして最後の、ICMC2000ベルリン[70][71]はSUACからの初めての出張となった。1999年3月に相愛大学で行ったコンサートでは太田里子氏のフルートをフューチャーした新作2作品で異なったアプローチを試した。作品“Voices of Time”[72][73]では、細かいフレーズをライブサンプリングして変調再生してライブ演奏と絡む手法を、作品“Arrow of Time”[74][75]では、あらかじめ録音した太田氏の演奏断片をスタジオ編集した電子音響音楽BGMとともに楽譜から即興演奏を指示した。

1999年10-11月の2つのコンサートでは新作3作品を計4回公演した。第2世代の筋電センサ[76]と音響信号処理にSuperCollider[77]を活用した作品“BioCosmicStorm”[78]では、中村文隆氏のリアルタイムOpen-GLのCGとコラボレートし、作品“Piano Prayer”[79]では、確率統計的にMaxで生成(作曲)した楽譜[80]を即興的に弾くピアノ演奏のサウンドをリアルタイムにKymaで信号処理[81]した。作品“Eternal Traveller”[82]では「光の弦」演奏者によりトリガされるサンプリング音声とライブのソプラノ音声の音響処理、という、サンプラ+MIDIエフェクタで実現した作品“Virtual Reduction”(1995)と似た要素となったが、500MB以上のKymaのDSPオンボードメモリをサンプリングデータ格納に使用、容易に多重生成することができた。

2000年3月に相愛大学で行ったコンサートでの新作2作品が関西メインの活動のラストとなったが、作品“Beijing Power”[83][84]では、ICMC1999北京の際に仕入れた琵琶を改造(加速度センサ/ジャイロセンサ/衝撃センサを搭載)した楽器[85]を自分で製作し演奏した。作品“Great Acoustics”では、前作“Piano Prayer”と同じ手法で、それまで鍵盤を弾かせてもらえなかったピアニストに、確率統計的にMax[86]で生成した楽譜[87]を渡し、本来ビブラートの無いパイプオルガンの生サウンドにビブラートをかけるなどのライブKymaエフェクトを加えた。

2000年9月に静岡大学で行った講演[89]/ライブで発表した作品“Wandering Highlander”[90]はSUACとしての初めての公演であり、多数のコラボレータも全てSUAC学生である。システム[91]としてはセンサやKymaのサウンド部分[92]は従来の路線であるが、グラフィックスのリアルタイム処理に、アムステルダム研究所STEIMが開発した“Image/ine”を採用したのが大きな進展となった。Maxの環境でライブグラフィックスを扱う“jitter”が登場したのは2年後の2002年夏(SUACでのDSPSS2002から世界に発信)であり、それまでは不安定な“nato”しかない状況だったが、音情研・夏のシンポジウム場で平野砂峰旅氏に教えてもらった“Image/ine”と出会ったことにより、重厚長大なIndyを使用していたライブグラフィック生成の部分がPowerBookに置換されて、翌年の欧州ツアーの携行にも繋がった。このSTEIMには後日2004年に訪問して1週間、滞在研究した。

6. 2001-2002年のComputer Musicライブ公演

21世紀のスタートとなる2001年は、筆者がSUACでメディアアートフェスティバル(MAF) [93]をプロデュースした最初の年であり、このイベントはその後10年間続いた[94]。8月のMAF2001[93]ではSIGMUSの夏シンポも開催し、12人の作曲家を呼んで2日連続のライブComputer Musicコンサート(浜松では1989年の任意団体時代の音情研が開催して以来)も行った。また、翌月2001年9月には、国際交流基金に申請して筆者が邦楽/雅楽の専門家とともにフランス・ドイツに行ったツアー[63][64]もあり、このために新たに3作品を作曲し、SUACとパリとカッセル(2会場)とハンブルクで、以下の3作品では合計12回の公演を行った。

東野珠実氏の笙の作品"Visional Legend ver. 2001"[95]は、笙ブレスセンサ、ライブ音響信号処理をKyma、ライブグラフィクスをImage/ine(新たに素材をSUAC学生が制作)というツアーシステム(ノートPC3台+Kyma)を構築した[96]。作品"tegoto"[97][98]では、箏/三弦師匠の三好晃子氏の13弦箏/17弦箏をライブサンプリングして「自分自身の過去と合奏する」(邦楽の手事物というスタイル)をコンセプトとした。作品"Japanesque Germanium"[99]では、コンサートのラストとして東野珠実氏と三好晃子氏に尺八大師範の三好晃山氏とSuperColliderでライブ電子音[100]を演奏する筆者が加わり即興セッションした。中間部では邦楽の445Hzピッチと笙の435Hzピッチの両方に基づく和音を電子音響として同時に鳴らして効果的であった。第3世代の筋電センサ[101]を用いた作品"BioCosmicStorm-II"[102]では、両腕8チャンネルの計16データ表示を並べたMaxMSPをスクリーンにプロジェクションして演奏したが、身体動作とライブ生成される音響との関係性が良好に理解され、聴衆には予想以上に好評だった。

2001-02年にはこの他に、SUAC公開デーでのインスタレーション作品展示発表[103]、東京都写真美術館の写真家の個展での映像インスタレーション[104]、SUAC「瞑想空間」を活用したインスタレーション/パフォーマンス"靄夜"[105]、オペラの電子音響パートの作曲と演奏[106]、人体情報をサンプリングし作曲したラジオCM[106]、などの制作もあったが、公演でないので本稿では省略する。

筆者がプロデュースしてSUACで2002年8月に開催したMAF2002[107]では、前年に続いて12人の作曲家による2日連続のライブComputer Musicコンサートを行ったが、ここではパリのIRCAMから作曲家の後藤英氏、そしてCycling74のプログラマー/アーティストのKit Clayton氏も公演した。この2人は、(例年IAMASで開催する)DSPSS(Maxユーザのためのコアなワークショップ)のゲスト講師であり、この場で世界初の"jitter"(Kit自身が開発者)のお披露目と講習を行った。筆者はこのコンサートで新作"Berlin Power"[108]を公演したが、グラフィクスにはRolandのライブビデオ演出装置DV-7を使用、筆者が演奏するバスリコーダーのライブサンプリングとリアルタイム音響信号処理にはKymaを使用し全体をMIDI経由Maxで駆動した。全ての音響素材はその場でサンプリングして事前には一切用意しない、という3年ほど続くスタイルを踏襲した。

7. 2003-2005年のComputer Musicライブ公演

2003年に作曲した作品は、モントリオールでの国際会議NIME2003に入選公演した"Quebec Power"[109]ただ1曲である。この作品は前作"Berlin Power"を改訂してグラフィックパートをSUAC学生に依頼、そして初めて1台のPowerBookでMax/MSP/jitterを使い、MIDIセンサとともにリアルタイムの音響信号処理と映像処理を行って公演した。実は、この年の寡作の裏側には前年から続く長い物語があり、全ては国際会議NIME[110]に繋がっていた。2001年のACMワークショップから2002年に始まったNIMEを2004年に日本で開催できないか、という友人のソニーCSラボ(Paris)のタナカアタウ氏(BioMuseの生みの親)からの打診を受け、筆者は外務省/文化庁/国際交流基金の名義後援とヤマハ/ローランドのスポンサー依頼などに奔走した[111]結果、大会委員長としてSUACでNIME2004[112]を開催するのでぜひ日本に来て下さい、という招致演説をNIME2003の場で行った。

2004年6月にSUACで開催したNIME2004の詳細は省略するが[113]、オープニングコンサートで東野珠実氏の笙の即興をライブ音響処理しつつ発光体インスタレーションを駆動する作品"Moya-III"[114]を、また併催のMAF2004[115]のレクチャーコンサートでは「光の絃」と筋電楽器を演奏する作品"Wriggle Screamer"[116]を公演した。後者は翌年のNIME2005(バンクーバー)のコンサートセッションに入選し、改訂版"Wriggle Screamer II"[117]を公演した。

この2004年の夏はさらに、前年から手配準備した上でSUACの短期海外研修制度を利用して7-9月の58日間、パリ等に渡欧した[118]。パリではスタジオCCMIXとLa Kitchenでの滞在研究、MOTUSワークショップ参加(テープ作品の作曲とアコースティック公演)、IRCAMを含む3回のレクチャー講演と2回のライブ公演[119]、アムステルダムでのSTEIMでの滞在研究とレクチャー講演とライブ公演[120]、さらにリンツに行きアルスエレクトロニカを視察した(今年の視察は7回目)[21]。長期間の海外滞在のために、持参するComputer Musicシステムはコンパクトさが必要条件だったが、15インチG4PowerBook(Max/MSP/jitter)と筋電センサと加速度センサは過酷な長旅によく耐えた。

2005年にはIPA「未踏」に採択され[120]、Maxで開発した自動作曲ソフトとして成果をまとめる[121]のに追われたので、新作の作曲は同じ未踏メンバーの井尻敬氏のリアルタイム樹木CG生成システムとのコラボレーション作品"Nature System"[123]だけであったが、日刊工業新聞社から単行本を出版[124]するなど、一応充実していた。この頃までにはImage/ineを搭載したG3PowerBookが寿命で引退し、欧州ツアー[63]で持参したKymaもその時の0911テロ以降は機内持ち込みが出来ずに実質的に引退し、SGI IndyもRoland DV-7も追って引退した。コンピュータ音楽の世界では仕方ないことだが、システムの母体となるコンピュータやOSや記録メディアが過去のものとなれば、作品はもう再演することが不可能になる。スタジオCCMIXではWindows版に移植したUPICが動態保存されていたが[125]、これもハードウェア(専用ボードが発熱により次第に不調となる)寿命で、昇天する直前であった。

8. 2006-2011年のComputer Musicライブ公演

そして2006年から現在までであるが、2000年にSUACが開学してキャンパスに1期生だけの頃に比べて、翌2001年は2倍、2002年は3倍・・・と整数倍で学生数が増大し、担当する講義とゼミとプロジェクト(と雑務)が急激に増えた。2006年3月に1期生が大学院を修了するまで一巡してみると、不本意ながら日常の諸事に追われて新作の作曲・公演はペースダウンし、主に海外での講演/公演の機会に新作や旧作を公演するというパターンになった。ざっと時系列で紹介すると、MAF2006[126]でのパフォーマンスのために、インドネシアの民族楽器(太鼓)Kendangを改造[217]、加速度センサを装着し演奏した作品“Cyber Kendang”[128]は、翌年のNIME2007に入選しニューヨークで再演した[129]。2007年3月には、NIMEで知り合った作曲家・興魁氏から招待されて台湾での国際会議で講演[8]し、コンサートで作品“BioCosmicStorm-III”を再演した[130]。2008年の新作は、MAF2008[131]で公演した、巨大な壁面全体を低周波振動させる作品“Resonated Vibrations”[132]だけであるが、MAF2008からワークショップにIAMASの小林茂氏(Gainer/Funnelの生みの親)を呼んでいるように、実はこの年あたりから物理コンピューティング/スケッチングの領域に進出しており、合わせて並列処理プロセッサPropeller[133]と格闘していたのである。Propellerを完全にマスターする事で多くのインスタレーション作品が生まれ[134]、さらに新楽器“Pella-Min”[135]として結実し、IC2009の特別コンサートにて初演[136]、さらに翌年には大垣でのMOM2010で再演した[137]。

2009年パリのICEC2009で行ったTutorial講演[138]はこのPropellerの紹介であり、ここに受講者として参加したロシアの研究者D. Perevalov氏の紹介が縁となり、2010年12月にロシア・エカテリンブルクのスタジオYEAMで開催された国際会議SYNC2010に招待され、講演3回、公演1回、コンテスト審査員を担当した[139]。ここでは多くの芸術家と知り合ったが、作曲家・Jon Appleton氏と親しく過ごすことが出来たのは最大の収穫だった。氷点下25度?という現地に巨大な新楽器“Pella-Min”を持参するのは大変なので、現地で組み立てられるように32チャンネルのテルミンを8チャンネル化し、32チャンネルの「手揉み(反射光)センサ」を16チャンネル筋電センサに置換し、さらにjitterのOpen-GLライブグラフィクスを組み合わせた新作“Ural Power”[140]を作曲し初演した。この作品は翌年6月のオスロNIME2011に入選して再演[141]、さらに12月に東京で開催された国際会議ACMP2011でも再演した[142]。

作曲家・落見子氏や台湾の興魁氏のためにはGainerを使用したインターフェースを多数、製作提供してきたが、この最新作品のインターフェースを含めて、あくまで筆者の作品で使用されるセンサ(インターフェース)の通信はMIDIである。元・楽器業界でMIDIの髓まで理解している事もあるが、このプロトコルで困った、という事が無いために、知ってはいるもののGainerやOSCを敢えて使う必要性を感じない、という事である。古い奴だと思われるかもしれないが、これほど安心出来る相棒は他にいないのである。

9. 「Computer Musicライブ公演」の恐ろしさ

約20年間の筆者のComputer Music作品公演の歴史を概観してきたが、いよいよ本題の検討である。本稿をここまで執筆してきた、あらためてコンピュータ(IT)の進歩の凄まじさを実感したが、逆に言えば、20年前よくあれだけ非力なシステムでライブ音楽を目指したものと驚く。SIGMUSと共に進むICWG[143]の現・代表である作曲家・三輪眞弘氏の伝説的な作品“SendMail”は、SUACでのMAF2002[107]でも公演したが、筆者がもっと昔にこの作品の大阪公演で接した事件それ自身が伝説なのでここで紹介する。

ステージ上で管楽器ソロの演奏音響をMaxがピッチ抽出してASCII文字に変換し、Macのモデムポートからダイヤルアップ接続・ログインしたIAMASのコンピュータにそのASCII文字を送信することで当時の小泉首相に電子メールを出す、という作品であった。聴衆はMax画面がプロジェクトされたスクリーンのタイプ文字を注視し、首相宛の英語メール文章を読み上げては演奏する独奏者(ピッチ抽出エラーでタイプミスになるとバックスペース対応のノートを再演奏)とリターンコード(改行)を送るピアノ伴奏者に注目し、音楽の進行(メール送付)を見守った。

そしてそれは突然にやってきた。スクリーン中央に爆弾マークが出て、その瞬間にライブ音楽公演は完全にフリーズして静寂が訪れた。ライブコンピュータ音楽の最大の弱点はこれである。客席前列に座っていた三輪氏が、演奏を止めてステージ上に上がる(→詫びて再度演奏スタート)かどうか逡巡してその腰がやや上がったのを筆者は間近に目撃した。この修羅場がどのように素晴らしく切り抜かれたかは敢えて書かないことにするが、公演が停止したトラブルを全ての聴衆が一瞬で理解できる、というのはクラシックやポピュラーなど伝統的な音楽スタイルではあり得ない(熟練した演奏家は即興的にミスタッチや間違いをさりげに隠して/誤摩化して演奏)のと対照的である。

スタジオ制作で納得のいくまで電子音響音楽を作曲しCD化するという安全な道もあるのに、敢えてライブComputer Musicにこだわる作曲家は、このために二重三重に安全経路を組み込む事になる。筆者の作品のMaxパッチでも、作っているけれど実際の公演ではまったく実行される事のない(危機回避/回復/復帰など)サブパッチの総量は全体の50%を越える。ITの世界では常識であるが、プロのプログラミングでは本来の仕様を実現する部分は全体の10%程度と言われるので、まあ当然と言えば当然である。

10. ネットワーク音楽とレイテンシ

筆者にとって作曲と研究は両輪である。作曲公演の中で発見したアイデアから研究がスタートしたり、研究してきた内容を作品に盛り込んだり、という関係である。後藤真孝氏のRMCP[144]を活用して20人が当時にネットワークセッションするシステム[145]を作ったり、CNMATのOSC[146]を活用してネットワーク越しに複数のメンバーがセッションするシステム[147]を開発した。MIDI規格の31.25kbpsというスピードを遅いと嘲笑することは容易だが、いかにイーサネットが高速になろうとも、地球の裏側

とセッションすれば光速の壁でリアルタイムの音楽を構成できない(拍や小節のオーダで遅延する)のは事実である。受託研究開発したシステム“Improvisession-II”[147]から筆者を筆頭発明者としてヤマハが特許出願した[148]が、ここでは音楽そのものの概念を新しく提案した。

一方、音楽情報科学研究会と並んで1989年あたりから参加していた音楽知覚認知研究会は後に日本音楽知覚認知学会[149]となったが、ここで音楽心理学やメディア心理学にも興味を持ちつつ、心理学実験に安易にMIDIを使うことに対し警鐘を鳴らした[150]。視覚と聴覚と身体感覚におけるビート感をテーマとした研究[151]の中で、あらためてMIDIベースでのインターフェースと音源のレイテンシを計測し報告したが、結論として筆者は、MIDIを使うことはComputer Musicのライブパフォーマンスにおいて十分に高速であると確認した。まだまだMIDIを使うつもりである。

ICMCやNIMEのコンサートセッションでも、ここ数年は遠隔地とのネットワークセッション作品がいくつも公演されているが、客席で歯がゆい思いをするのは筆者だけではないだろう。どうあっても相手の影(ちょっとだけ過去)としかセッション出来ない、という制約をどう解決するか、コンセプトから新しい視点の作曲が求められるが、筆者はこのタイプを自分の作品として発表する予定は無く、あくまで研究の対象だけである。古い奴で申し訳ない。

音楽パフォーマンスをステージに限らないものとして筆者が注目しているのは、NIME2010でも公演された「Live Coding」[152]のスタイルである。アルゴリズム作曲の考え方はコンピュータ音楽の基本の一つだが、楽譜やMaxパッチとして音楽の枠組みを事前に記述し、ライブパフォーマンスの場ではそのパラメータを(即興的に)コントロールする、というのが(筆者の作品においても)基本だった。しかしこれを拡張したLive Codingでは、音楽音響生成プログラムそのものをライブに刻々と書き換えていく。Propeller[133]にも発見したが、CPUが自分の実行すべきプログラムが格納されたメモリを上書きしていくという「自爆テロ」のような挑戦的で新しいテーマである。

11. 新楽器/新インターフェースと視覚情報

コンピュータ音楽の全般を網羅する国際会議ICMC[20]の一部のパートを主領域とするのが国際会議NIME[110]である。NIMEのメインテーマはもちろん新しい楽器/センサ/インターフェースであるが、筆者がここで(音楽サイドの多くが去ってしまった音楽情報科学研究会のメンバーに対して)強調したいのは、NIMEコンサートの意義である。ICMCは歴史も長く、ICMCコンサートに採択入選する作品には昔からの定番/王道の現代音楽テイストも多く、ビギナーにとって取りつく島がない不気味な世界と感ぜられるかもしれない。しかしNIMEコンサートセッションの審査では、ICMC同様の芸術性だけでなく、NIME的な意味での新規性も評価される。その結果、研究者/技術者の仕事とタイトに結びついた(刺激し合う)作曲家/音楽家の仕事、という図式が良好に機能しているのである。まずは一度、忌避せずにNIMEコンサートを聴衆として体験してみたい。

NIME(やICMCでのNIME的セッション)で発表されるシステムやツールは、サウンド領域を中心としたヒューマンインターフェースやエンタテインメントコンピューティングやスケッチング(物理コンピューティング)の新しい可能性を先取りしている。しかしライブ演奏の場で、演奏者(ここではNIMEを駆使するパフォーマー)と作曲家にとって、ハイテクであろうが耐えられないレスポンスのシステムは、音楽として失格となる厳しさがある。ここでは人間の感覚の敏感さ/鈍感さという視点が重要になってくる。

多くのComputer Music作品が映像/グラフィックスを伴っているが、自分でも活用する筆者はここに重要なポイントがあると感じる。海外からのテレビ中継などで絵と音がずれているのを、人間はほぼ一瞬でアジャストして甘受できる。スタジアム/野外コンサートでもスクリーンの映像と聴衆が感じるサウンドは強烈にずれているが、これも脳内の知覚認知プロセスが吸収してくれる。要するに聴覚に比べて視覚チャンネルは遅れてもなんとかなるのである。これが、ライブComputer Musicに画像認識センサ(Kinect/jitter)を使える理由である(この遅れをパフォーマー自身だけは相当に耐え難きを耐えている)。[ちなみに筆者の作品[128][129]では、楽器は演奏に対して高速レスポンスで発光するが、jitterの画像認識でトリガ検出したのではどうしても認識の遅れが納得出来ないために、別にMIDIベースの加速度(衝撃)センサでトリガする方式とした]

筆者の場合、NIMEコンサートに聴衆として参加して多くの作品公演に触れる中から、次の研究/作品への新しいアイデアを常に得ている。あの部分は素晴らしいのでより深入りして強調してみたいという場合と、あの部分は駄目なので逆転の発想で改良して提案してみたいという場合との両方がある。センサから音/映像までのレスポンスが高速であるためにはPercussion系の新楽器が必要となり、低速センサであれば音楽も画像もゆったりとした表現にすることで気付かれない。このアイデアと問題点とが鮮明に表面化する場、としてNIMEコンサートはピカイチである。

12. 身体表現とパフォーマンス

本稿の主題であるライブComputer Musicと違って、ICMCなどで多いのは電子音響音楽として完成された音響パートを再生しつつ、伝統的なアコースティック楽器の演奏者が(楽譜に従って/即興を絡めつつ)演奏する、というスタイルである。納得するまで電子音響パートを完成させ、コンサートでは単なるCD/DVD再生でトラブルのリスクを回避し、事前に分析/理解/練習したプロ演奏家の音楽性/熟練/即興によって全体として芸術性の高い音楽を実現する、というまさに手堅い作曲スタイルである。表面的に演奏形態を図式的に見ればカラオケと同じであるが、ICMCコンサートで<まれに>素晴らしい作品に遭遇すると、まさにライブの醍醐味、その経験はその場でしか得られない事に気付かされる。YouTube/ニコニコの視聴でこれは無理である。

ICMCも筆者もほとんど顧みていない打ち込み音楽であるが、何故ソソラれないのかを自問してみると、このライブ・パフォーマンスの魅力に欠けているからであろう。な

まじ20年以上、音楽情報科学の世界を生きてきた中で、人間はどうして音楽に感動するのか、人間はどうして音楽に共鳴するのか、というようなモデルとアルゴリズムを研究する事によって、いずれ「記号として記述できる音楽は優秀なシステムから自動生成される」と期待しているのである。マシンパワーと十分なメモリ(coud)さえあれば原理的には容易な音楽情報検索などで満足せずに、この野心的なテーマに挑戦する若手の猛者を期待したい。

では初音ミクの調教(orばかりすの自動生成)はどうか。これは昨今ブームとなっているが、筆者は打ち込み音楽にソソラれないのと同様にあまり興味が無い。…が音楽スタイルとして否定しているわけではなく、職人芸として調教する諸兄には敬意を表す。初音ミクのパッケージは買って見たものの自分ではやらないだけである。歌は自分で歌いたい、とうことで[153]。

では初音ミクのコンサートに熱狂する聴衆[154]はどうか。これは筆者の最近のテーマの一つであるエンタテインメント学に絡んで非常に興味ある現象であるが、ステージの演奏は打ち込みの再生であり音楽ライブの醍醐味は乏しい。しかしパブリックビューイングで生のライブやスポーツを皆で楽しむ、という意味ではこれもアリなのだろう。

13. おわりに

かなり昔の音情研・夏シンポの晩に判明したのは、この業界には多数の「元プログレ[155]」がいる事だったが、NIMEやICMCで海外の専門家と懇談する中で、世界的にもこの業界は元プログレで溢れている事が判明した。そう理解してみると、NIME/ICMCのコンサートで触れる作品の底流にプログレを強く感じる事が出来る。MIDIで記述できるノートがあるタイプでも無いタイプ(音響クラスタ等)でも、筆者のComputer Music作品は間違いなく元プログレである。岩井俊雄氏の一連の作品は全てdiatonic scaleだけを使用しているが、これを支えているのも、人間の音楽的感覚が数十年単位では変化しないという事実である。

進歩した部分もあれば進歩していない部分もある、これが音楽の奥深さと人間の限界なのかもしれない。進歩してきたからこそ見える新たな深淵に挑戦していきたい。

参考文献

- 1) 長嶋洋一, Art & Science Laboratory, <http://nagasm.org>
- 2) 長嶋洋一, Computer Musicとメディア・アートの現状と可能性 (1996 神戸), <http://nagasm.org/ASL/paper/yamate96.txt>
- 3) 長嶋洋一, Computer Musicを支えるテクノロジー (1997 ソウル), <http://nagasm.org/ASL/seoul3/fig1.gif>
- 4) 長嶋洋一, 自然と人間とコンピュータ音楽 (1997 神戸), <http://nagasm.org/ASL/lecture02/index.html>
- 5) 長嶋洋一, クラシック音楽とコンピュータ音楽 (1999 神戸), <http://nagasm.org/ASL/yamate04/index.html>
- 6) Yoichi Nagashima, Sensors for Interactive Music Performance (2000 Berlin), <http://nagasm.org/ASL/berlin/index.html>
- 7) 長嶋洋一, インタラクティブアートの統合的システム・プラットフォームとしてのMax/MSP (2002 SUAC), <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/index.html>
- 8) Yoichi Nagashima, Interactive Multi-Media Performance with New Interfaces (2007 台北), <http://nagasm.org/ASL/Taiwan2007/index.html>
- 9) 長嶋洋一, Computer Musicにおける即興の事例紹介 (2009 神

- 戸), <http://nagasm.org/ASL/JASMIM2009/JASMIM2009.pdf>
- 10) 長嶋洋一, コンピュータ音楽における「時間」(2010 山口), <http://nagasm.org/ASL/jikan/index.html>
- 11) 長嶋洋一, ネットワーク時代のコンピュータ音楽 (2010 盛岡), <http://nagasm.org/ASL/morioka2010/index.html>
- 12) Yoichi Nagashima, Technology for Computer Music / Interactive Multi-Media Performance with New Interfaces (2010 Yekaterinburg), http://nagasm.org/ASL/SYNC2010_Lecture_1/index.html
- 13) 長嶋洋一, 非線形科学の視点から「コンピュータ音楽」を考える (2011 札幌), <http://nagasm.org/ASL/paper/201101NLP.pdf>
- 14) 長嶋洋一作品リスト, <http://nagasm.org/ASL/ASL.html#works>
- 15) 長嶋洋一作品記録(YouTube), <http://nagasm.org/ASL/YouTube.html>
- 16) 音楽情報科学研究会例会発表一覧, http://nagasm.org/ASL/paper/JMACS_SIGMUS.txt
- 17) 情報処理学会 音楽情報科学研究会, <http://www.sigmus.jp>
- 18) ICMA/ICMC, <http://www.computermusic.org/>
- 19) ICMC等参加記録, <http://nagasm.org/ASL/abroad.html>
- 20) 長嶋・橋本・平賀・平田編, コンピュータと音楽の世界: 基礎からフロンティアまで, <http://books.google.co.jp/books?id=n3Q1NwAACAAJ>
- 21) 長嶋洋一, コンピュータサウンドの世界, <http://books.google.co.jp/books?id=nnWRGAACAAJ>
- 22) Max前夜, <http://nagasm.org/ASL/max02/index.html>
- 23) <http://www.youtube.com/watch?v=AmjHjvLNWg>, http://www.youtube.com/watch?v=GoLEIdiF_n4
- 24) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/CIS.GIF>
- 25) MIDIについて, <http://nagasm.org/ASL/midi03/index.html>
- 26) <http://www.youtube.com/watch?v=eun3-e4p59Q>, http://www.youtube.com/watch?v=_D1MLZAYNJE, <http://www.youtube.com/watch?v=NOMaDmyWygU>
- 27) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/Muromachi.GIF>
- 28) <http://www.youtube.com/watch?v=oWBk5yKfSsI>, <http://www.youtube.com/watch?v=8ZgxICoSqRg>
- 29) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/strange.GIF>
- 30) http://www.youtube.com/watch?v=r_89RC6kt3o
- 31) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/virtual3.GIF>
- 32) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/virtual.GIF>
- 33) <http://www.youtube.com/watch?v=F02BfEv3gbE>
- 34) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/david.GIF>
- 35) 各種言語によるプログラミング例, <http://nagasm.org/ASL/program/index.html>
- 36) <http://www.youtube.com/watch?v=hdYImL-CyH0>, <http://www.youtube.com/watch?v=n0E-CFRrNCc>, <http://www.youtube.com/watch?v=ZL61siGkNw>, http://www.youtube.com/watch?v=zhu_0fygaaU
- 37) <http://www.youtube.com/watch?v=ri6MTatPnDU>
- 38) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/asian.GIF>
- 39) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/Johnny.GIF>
- 40) <http://nagasm.org/ASL/videosw/index.html>
- 41) <http://www.youtube.com/watch?v=42uyyPkwFgg>
- 42) <http://www.youtube.com/watch?v=BOEoYi32bGA>
- 43) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/day.GIF>
- 44) <http://www.youtube.com/watch?v=60Qesh1DQy4>
- 45) <http://nagasm.org/ASL/mbm-1/index.html>
- 46) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/brikish3.GIF>
- 47) <http://www.youtube.com/watch?v=Lo1rTsrQLjY>, <http://www.youtube.com/watch?v=f-E1Dv8KV5c>, <http://www.youtube.com/watch?v=EWB6oQuIeZc>
- 48) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/mothers.GIF>
- 49) <http://nagasm.org/ASL/harp/index.html>
- 50) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/mothers3.GIF>
- 51) <http://www.youtube.com/watch?v=Doebf2mwrC0>
- 52) <http://nagasm.org/ASL/kyma01/index.html>
- 53) <http://nagasm.org/ASL/sound04/index.html>
- 54) <http://nagasm.org/ASL/libretto/index.html>
- 55) <http://www.youtube.com/watch?v=SEXPASWjoA0>, <http://www.youtube.com/watch?v=IkAhlviEHIM>
- 56) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/ogress3.GIF>
- 57) <http://www.youtube.com/watch?v=uXf0n0zPSzE>, <http://www.youtube.com/watch?v=uXf0n0zPSzE>

- www.youtube.com/watch?v=Douh-V0vjkg
58) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/scenary2.GIF>
59) <http://www.youtube.com/watch?v=M-LfiVeh3DY>, <http://www.youtube.com/watch?v=2CwY9tsf4XY>
60) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/atom0.GIF>
61) <http://www.youtube.com/watch?v=0u0QCUIPH00>
62) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/legend.GIF>
63) <http://nagasm.org/1106/europe/index.html>
64) <http://nagasm.org/1106/europe/report.html>
65) <http://nagasm.org/ASL/sensor03/index.html>
66) <http://nagasm.org/ASL/sho/index.html>
67) <http://www.youtube.com/watch?v=MHXH57bU10c>
68) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/myco2.JPG>
69) ICMC1999レポート, <http://nagasm.org/ASL/icmc1999/index.html>
70) <http://nagasm.org/ASL/workshop/icmc2000/index.html>
71) ICMC2000レポート, <http://nagasm.org/ASL/icmc2000/index.html>
72) <http://www.youtube.com/watch?v=ARcWcrPZAKs>
73) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/voices3.GIF>
74) http://www.youtube.com/watch?v=CGJviG_kNGc
75) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/arrow.GIF>
76) <http://nagasm.org/ASL/mbm-2/index.html>
77) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/bio2.GIF>
78) <http://www.youtube.com/watch?v=GMU102byjVc>, <http://www.youtube.com/watch?v=nbya5DMgjzQ>, http://www.youtube.com/watch?v=_03t6pBhZ9o, <http://www.youtube.com/watch?v=mcRlF4te4DM>
79) <http://www.youtube.com/watch?v=pKmdNJ06ZFQ>, <http://www.youtube.com/watch?v=PxqYZS5Nlku>
80) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/prayer2.GIF>
81) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/prayer3.JPG>
82) <http://www.youtube.com/watch?v=hC1Fqc8qk7M>, http://www.youtube.com/watch?v=72f8_1P6Lws
83) http://www.youtube.com/watch?v=f_QH7yszMe0, <http://www.youtube.com/watch?v=Fh5y8XWH80>
84) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/beijing3.JPG>
85) <http://nagasm.org/ASL/pipa/index.html>
86) <http://www.youtube.com/watch?v=vRCrTmzZ0G4>, <http://www.youtube.com/watch?v=J-ZZ1ozrwrzs>
87) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/great2.GIF>
88) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/great3.GIF>
89) <http://nagasm.org/ASL/wander/index.html>
90) <http://www.youtube.com/watch?v=Thr-3iC48EQ>
91) <http://nagasm.org/ASL/wander/system.gif>
92) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/wander8.JPG>
93) 新世紀メディアアートフェスティバル, <http://nagasm.org/1106/SS2001/index.html>
94) SUACインスタレーション, <http://nagasm.org/1106/installation/index.html>
95) <http://www.youtube.com/watch?v=uKQ1xyt9oIs>, <http://www.youtube.com/watch?v=pJRvbtDcpYE>
96) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/kassel.GIF>, <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/kassel2.jpg>, <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/kassel3.jpg>
97) <http://www.youtube.com/watch?v=aqprdIm-nrw>, http://www.youtube.com/watch?v=DmXhSn_IV1Y, <http://www.youtube.com/watch?v=7lkdas4I6Xs>
98) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/tegoto3.GIF>, <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/tegoto4.JPG>
99) <http://www.youtube.com/watch?v=vtbUT2R2qmE>, <http://www.youtube.com/watch?v=SwXv1hsB8qw>
100) <http://nagasm.org/ASL/dspss2002/japan.GIF>
101) <http://nagasm.org/ASL/SIGMUS0108/index.html>
102) <http://www.youtube.com/watch?v=7dKa4jI2J5w>, <http://www.youtube.com/watch?v=eWj0J0mevqg>
103) <http://nagasm.org/1106/news/tiger06/origin.html>
104) <http://nagasm.org/1106/news/docs/00yama.html>
105) <http://nagasm.org/1106/moya/index.html>, <http://www.youtube.com/watch?v=H0q0eTUwV5g>, <http://www.youtube.com/watch?v=4xTqcXSyyj4>
106) <http://nagasm.org/ASL/SIGMUS0302/index.html>
107) メディアアートフェスティバル2002, <http://nagasm.org/1106/MAF2002/index.html>
108) http://www.youtube.com/watch?v=_5Emv7LXd9E
109) <http://www.youtube.com/watch?v=H8-AeibByWI>
110) NIME(International Conference on New Interfaces and Musical Expression), <http://www.nime.org/>
111) <http://nagasm.org/ASL/suac2003/index.html>
112) <http://nagasm.org/NIME/>
113) <http://nagasm.org/ASL/paper/SIGMUS0411.pdf>
114) <http://www.youtube.com/watch?v=b-snUQ1I1VM>, <http://www.youtube.com/watch?v=EceZpd3A4Do>
115) メディアアートフェスティバル2004, <http://nagasm.org/1106/MAF2004/index.html>
116) <http://www.youtube.com/watch?v=Jk706nxaWFw>
117) http://www.youtube.com/watch?v=nvXWG_02Xh4, <http://www.youtube.com/watch?v=Rd-mpax3hS8>
118) <http://nagasm.org/Sabbatical2004/index.html>
119) <http://www.youtube.com/watch?v=-NnD3cj4wnc>, <http://www.youtube.com/watch?v=bumElImz9V8>
120) <http://www.youtube.com/watch?v=eIg2DnQXih4>
121) <http://www.ipa.go.jp/jinzai/esp/2005mito1/koubokekka.html>
122) <http://nagasm.org/FMC3/>
123) <http://www.youtube.com/watch?v=LS-Rnjo-L0o>
124) <http://nagasm.org/ASL/books/index.html>
125) <http://nagasm.org/Sabbatical2004/0731/DSC00041.JPG>, <http://nagasm.org/Sabbatical2004/0801/DSC00013.JPG>
126) メディアアートフェスティバル2006, <http://nagasm.org/1106/MAF2006/index.html>
127) <http://nagasm.org/ASL/paper/sigmus0705.pdf>
128) http://www.youtube.com/watch?v=jz_GU00X12Q, <http://www.youtube.com/watch?v=b0qL0zAW0Sg>, <http://www.youtube.com/watch?v=KfTzq8NjZEw>
129) <http://www.youtube.com/watch?v=lcoAnCRQ0ao>
130) <http://www.youtube.com/watch?v=RGmzypsiRaM>
131) メディアアートフェスティバル2008, <http://nagasm.org/1106/MAF2008/index.html>
132) <http://www.youtube.com/watch?v=1PZ1WsgES7s>
133) <http://nagasm.org/ASL/Propeller/diary01.html>
134) http://nagasm.org/1106/news3/Misaki_IF/index.html, <http://nagasm.org/ASL/12Propeller/index.html>
135) <http://www.youtube.com/watch?v=DeihxYu0VtU>
136) <http://www.youtube.com/watch?v=nLZP1Y6PNfs>, <http://www.youtube.com/watch?v=yppgmZwsRws>
137) http://www.youtube.com/watch?v=-T_LT4AdvME, http://www.youtube.com/watch?v=Vt7p3oqEF_Y, <http://www.youtube.com/watch?v=yppgmZwsRws>
138) <http://nagasm.org/ASL/ICEC2009/index.html>
139) <http://nagasm.org/1106/SYNC2010/index.html>
140) <http://www.youtube.com/watch?v=D5y8grkVcgM>, <http://www.youtube.com/watch?v=32FLFkgZYkK>
141) <http://www.youtube.com/watch?v=j8H1rZfKTYe>
142) <http://www.youtube.com/watch?v=Q1jVDDieIZI>
143) <http://www.intercollege.jp/>
144) <http://staff.aist.go.jp/m.goto/PROJ/rmcp-j.html>
145) <http://www.youtube.com/watch?v=5BmSiNjxlyk>, <http://nagasm.org/ASL/impro/index.html>
146) <http://archive.cnmat.berkeley.edu/OpenSoundControl/>
147) <http://www.youtube.com/watch?v=gIJkiVSNwPI>, <http://nagasm.org/ASL/GDSM/index.html>
148) <http://www.patents.com/us-6953887.html>, <http://www.j-tokkyo.com/2003/G10H/JP2003-280644.shtml>
149) <http://www.jsmpc.info/>
150) <http://nagasm.org/ASL/paper/onchi99.pdf>
151) <http://nagasm.org/ASL/beat/index.html>, <http://www.youtube.com/watch?v=Kx73GGQF3kOI>
152) <http://createdigitalmusic.com/2010/07/thought-and-performance-live-coding-music-explained-to-anyone-really/>
153) <http://www.youtube.com/watch?v=3nFDw1jg2Y>, <http://www.youtube.com/watch?v=ZR16tOnAHaI>
154) <http://www.youtube.com/watch?v=WzYssX-CcSY>, <http://www.youtube.com/watch?v=rqg4Eun7fgs>, <http://www.youtube.com/watch?v=2VI4Bqvg80g>
155) <http://ja.wikipedia.org/wiki/ブ로그レ>