

SUACスタジオレポート2020と書評3件

長嶋洋一^{†1}

概要: 「SUACスタジオレポート2020」として音楽情報科学に関する最近のSUAC学生作品やプロジェクト等について報告するとともに、音楽情報科学に関する最近の書籍3件について紹介する。

SUAC Studio Report 2020 and three book reviews

YOICHI NAGASHIMA^{†1}

Abstract: I will report on recent SUAC student works and projects related to music and computer science as "the SUAC Studio Report 2020", and I will introduce three recent books on music and computer science.

1. はじめに

筆者がASL(Art & Science Laboratory)[1]と兼務で教員を担当したSUAC(静岡文化芸術大学)が静岡県浜松市(浜松駅前)に開学したのは2000年4月であり、この2020年4月で「SUAC20周年」を迎える[2]までに音楽情報科学研究会を中心に発表した報告なども相当数になった[3-42]。関連する研究テーマとしては、音楽情報科学、メディアアート、生体情報処理、スケッチング、エンタテインメントコンピュータグラフィックス、メディア心理学、デザイン教育などにチャレンジし、最近ではウェルネス領域にも拡大している。当初は同日に横浜で開催される日本音楽知覚認知学会2020春季大会への参加を予定していたが、「音学シンポジウム2020」がSUACから徒歩数分のヤマハ本社で開催されることになったためにこちらに予定変更したので、本稿では最近のSUACにおける関連アクティビティについてスタジオレポートとして報告するとともに、音楽情報科学に関する研究者であれば要チェックの最近の新しい書籍3件について紹介することにした。

2. SUACスタジオレポート

2.1. SUACデザイン学科

SUACデザイン学部(定員100名)は開学時点の「生産造形」・「技術造形」・「空間造形」の3学科体制で、7年目から技術造形学科をメディア造形学科と改称した(プロダクト40・メディア30・建築30)。そして16年目に3学科をまとめてデザイン学部デザイン学科という1学科体制に変更したのは、入学時から専攻領域を確定させないメリットを求めていることであり、2回生後期から5つの領域(フィロソフィー/プロダクト/ビジュアルサウンド/建築/インタラクション)を緩やかに選択する(定員内なら領域移動可能)体制となった。現在は学部定員が10名増えて第6の「匠」領域も加わっている。県立大学であるが学生の県外率は高く、北海道から沖縄まで全国から集まっている。デザイン学部では企業での実務経験を持つ教員が多いのが特色で、デザイン/建築事務所などと兼務する教員も少なくない。詳細については大学HP[43]を参照されたい。

2.2. 学生作品

筆者はSUAC開学時よりずっと、担当する3つの専門科目「サウンドデザイン」(2回生前期)・「メディア数理解造形演習」([旧]サウンドデザイン演習・2回生後期)・「音楽情報科学」(3回生前期)では「Max」を紹介・活用している。そこで、サウンドデザインやメディアアート(インсталレーションやパフォーマンス)にMaxを活用した学生作品が毎年のように課題作品として生まれ、さらには自主制作、あるいはゼミで「総合演習I」(3回生後期)・「総合演習II」(4回生前期)・「卒業制作」(4回生後期)として個人制作によって多くのインタラクティブシステムが生まれてきた。筆者が支援/関与した作品については、研究室ページに「SUACインсталレーション」[44-48]というページを設けて記録を公開しており、長年の蓄積でこのページ自体が後輩学生にとって格好の教材となっている。

筆者のゼミでは3回生・4回生・大学院生までが共通のmeetingを持つ伝統があり、先輩後輩が情報交換と議論を進めつつ成長している。作品制作プロジェクトにおいては、企画段階での「企画書」・「企画プレゼン」までのコンセプトワークを重視すること、実験/試作/制作段階では刻々と写真記録すること、これをまとめて最終発表では作品自体だけでなくその「経過」までプレゼンすることを重視している。後期最後の2月中旬に4回生/M2の卒業制作作品を展示する「卒展」があるのは他大学と同様だが、ここ数年はその前週あたりに2/3回生/M1の課題作品の展示をメディアデザインウィーク(MDW・次項で紹介)として展示公開するようになってきている。本稿では紙面の関係で個別の作品の紹介は省略するが、「SUACインсталレーション」[44-48]のページには作品の紹介/写真とともに「プレゼンPDF」や「YouTube記録動画」が添えられているものも少なくないので参照されたい。

2.3. メディアデザインウィーク

筆者はSUAC開学の翌年(2001年)から10年間、「メディアアートフェスティバル(MAF)」というイベントをプロデュースして、SUAC学生だけでなく音楽情報科学研究会などで交流する他大学学生や作家などのインタラクティブ作品を展示公開したり、ライブComputer Musicコンサートなどを開催してきた。このMAF記録へのリンクは「SUACインсталレーション」[44-48]のページの冒頭部分に並んでいるので参照されたい。その後、新たに加わった教員が企画して「メディアデザインウィーク(MDW)」というイベントをここ数

^{†1} 静岡文化芸術大学 Shizuoka University of Art and Culture

年、毎年開催している。ここではSUAC/他大学の学生作品展示、関連領域の専門家を招いての講演会、に加えて、筆者は「スケッチング(物理コンピューティング)」のワークショップを毎年、開催している。作品展示や講演会は一般公開しているのに対して、SUACの設備を2日間にわたって使用するワークショップは事前申込制であるが無料であり、地元近隣のメカ技術者(ヤマハ・ローランド・カワイ・浜松ホトニクス等)や地元の高校教員だけでなく、関東/関西の大学教員や学生なども噂を聞きつけて参加し、2020年2月には鹿児島からの参加者もいた。毎回テーマを設定して専門家を講師として招くが、参加者をグループに分けて「1日で何かを作り上げる」というハンズオン・ワークショップは毎回、多くの成果を生みだしてきた。本稿では紙面の関係で2020年2月のMDWワークショップの参加者2チームが1日で制作しプレゼンした2作品[49]のみ紹介するので、過去の作品は「SUACインスタレーション」[44-48]のページにMDWの記録(参加募集/フォトレポート/YouTubeリンク)があるので参照されたい。



図 1 チーム「落」の作品例
Figure 1 The installation work of team "Ochi".

図1はチーム「落」(4人)による作品「バランスオーケストラ」であり、テーマ「福祉領域に役立つゲーム」に対応して、高齢化社会や認知症予防に役立つ「バランスをとることで下半身のトレーニングになる」という目標で制作された。体験者が片足で立って反対側の腕を伸ばす姿勢はKinectで画像認識され、そのポーズが規定秒数だけ保持されていると、4トラックの音楽が次第にパートを増やしてゴージャスな音楽に成長していくが、バランスを崩してポーズが乱れると最初の味気ない1パート音楽に戻ってしまう、というものである。一人でゼロからこのような作品を完成させるには演習科目で半年かかるが、メンバーの中に作曲家がいたこと、過去にKinectを使ってMaxプログラミングしたSUAC学生がいたことで、実際にちゃんと動く作品にまで到達してしまった。

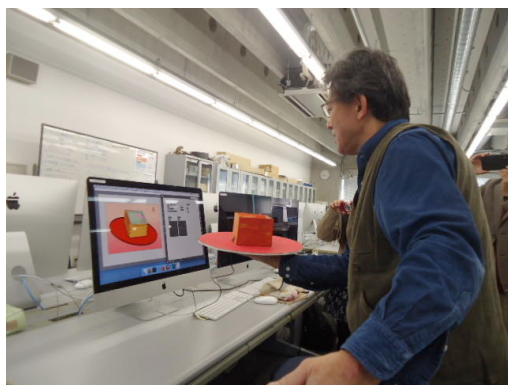


図 2 チーム「照」の作品例
Figure 2 The installation work of team "Teru".

図2はチーム「照」(5人)による作品「枅酒をこぼさないで」であり、両チームは別々に企画相談したにもかかわらず、期せずしてこちらも「バランスをとることで軽度認知症の予備軍となっているかを診断する」という高齢化社会を意識した目標で制作された。参加者の一人はその場で簡単な造形で「お盆」と「枅」を作り、別の一人は枅になみなみと注がれた升酒が微妙に揺れる(こぼれる)アニメーションを描画した。そして別の一人は、ワークショップ1日目に筆者が紹介した最新技術情報「ArduinoNano33IoTに内蔵されている6軸センサ情報を取得する」というArduinoスケッチとMaxパッチを組み合わせて改造し、「お盆」の傾きによって画面内の升酒がこぼれないように保持する(時間とスコアまでカウントして記録表示)、というゲームを完成させてしまった。このインタラクティブシステムは視覚情報と運動感覚を組み合わせたバイオフィードバックになっていて、参加者の一人である福祉領域の専門家の監修のもと、実際に軽度認知症の診断に役立ちそうなものとして完成した。6軸センサを活用したMaxプログラミングをしていたSUAC学生がメンバーだったことも役立った。

3. 書評3件

ここでは、音楽情報科学研究に関わる者であればぜひチェックしてみて欲しい新しい書籍が、たまたま最近3冊ほど筆者の手元に届いたので、時系列としては逆順になるものの、「音楽知覚認知ハンドブック」・「ジャパノイズ」・「生体情報センシングデバイス」について簡単に紹介する。いずれも書店で購入していないのに手元に届いたのは筆者との特別な関係があるからであり、単なる通りがかり(立ち読み)の書籍紹介である以上のコメントを添えている。

3.1. 音楽知覚認知ハンドブック

学会HP[50]の中にある「学会発足の経緯」[51]のように、1988年に日本音楽知覚認知研究会として発足し2014年に日本学術会議協力学術研究団体に指定された「日本音楽知覚認知学会」の歴史は音楽情報科学研究会(任意団体から情報処理学会の研究会となったのは1993年)よりも古い。かつては両者のメンバーはかなり重複して熱心な議論を重ねてきたが、最近では重複メンバーがほぼ皆無となり、その証拠には2020年6月の音楽情報科学研究会(音学シンポジウム)は日本音楽知覚認知学会春季研究発表会と日程が重なっていて、両方に所属する筆者は無理矢理の排他的二択を強制させられたのは残念なことである。



図 3 音楽知覚認知ハンドブック
Figure 3 Handbook of Music Perception and Cognition.

この「音楽知覚認知ハンドブック」(図3)は、実質的にはJSMPCがその設立30周年を記念して3年前から発行を計画したものの、あまりに膨大な領域を扱うために学会内だけでは執筆者が不足したこともあり、結果として32周年となる2020年により出版された分厚いハンドブック(発行:北大路書房、B5判416ページ、5,800円+税)である。サブタイトルに「音楽の不思議の解明に挑む科学」とあるように、「監修」として大串健吾/桑野園子/難波精一郎(敬称略)の大御所、「編著」として小川容子/谷口高士/中島祥好/星野悦子/三浦雅展/山崎晃男(同)という錚々たる専門家の名前が並んでいるのは壮観である。書籍紹介HPによれば「実証科学的かつ学際的で多面的なアプローチにより、音楽という経験(行動)とそれを支える仕組みの解明を試みる。認知的側面からは音響、聴覚の心理、知覚、認知を、人間行動および生理的側面からは学習と教育、感情、脳を、そして情報や人間への影響的側面からは演奏、映像メディア、健康・音楽療法、社会・産業を扱う」というものであり、以下がその目次であるが、一部冗長なものは1行に収めるために適宜圧縮しているので正しくは原本を参照されたい。

プロローグ

第1章 音楽のための音響学

1節 概観

2節 音響学の基礎

1. 音とは何か?
2. 音の3属性
3. 音楽学科のための音響学

3節 楽器音響

1. 楽器の分類
2. 楽器固有の奏法

4節 ホール音響

1. 室内音響学の基礎
2. 主観的な音響属性と音響物理量
3. ホールの形状
4. コンピュータ・シミュレーションと模型実験

5節 録音と再生

1. 録音再生の歴史1～蓄音機からテープレコーダー～
2. 録音再生の歴史2～デジタル録音とDAW～
3. 録音再生の歴史3～携帯音楽プレイヤーから音楽配信～
4. マイクロフォン
5. 再生装置～スピーカとヘッドフォン～
6. 立体音響

6節 信号処理

1. 音高の推定
2. 音色の解析

7節 楽器音の解析と合成

1. 楽器の音の原信号と聞こえ方
2. 楽器音合成のための解析
3. 合成方式の変遷
4. 将来展望

第2章 聴覚の心理学

1節 聴覚器官の構造と働き

1. 外耳
2. 中耳
3. 内耳

2節 音楽知覚認知の基礎としての聴覚

1. ラウドネス
2. ピッチ
3. 音色
4. 音源定位

3節 聴覚の知覚的体制化

1. 聴覚の情景分析
2. 知覚的多義性

4節 聴覚の錯覚現象

1. 無限音階
2. 聴覚の結合錯誤
3. 知覚的補完

第3章 音楽の知覚

1節 音楽と聴覚体制化

1. ゲシュタルト原理と音楽
2. 音脈の形成
3. リズムの形成
4. 音の高さの関係形成

2節 時間知覚

1. 時間間隔の種類とその主観的な長さ
2. 閾の概念と時間知覚の精度
3. 同時・継時、順序の知覚

4. 意識の時間

5. 時間知覚のモデルと神経基盤

6. 音楽の時間知覚

7. 音楽と言語の時間知覚処理に共通する神経基盤

8. テンポの知覚

3節 音高組織の知覚

1. 音高と音程の知覚

2. 音階

3. 絶対音感と相対音感

4. 調性の知覚

5. 調性スキーマの獲得過程

6. 調性知覚の神経基盤

4節 乳児期の音楽知覚の特徴

1. 音高知覚能力の発達

2. 協和音と不協和音の感覚

3. 相対音感

4. 西洋音楽の調性スキーマの学習

5. 旋律の記憶

6. リズム・テンポ・拍子の知覚

第4章 音楽の認知

1節 音楽の認知についての研究概観

1. 1970～1980年代

2. 1990～2010年代

2節 音楽的認知の基礎

1. メロディの認知

2. 音楽リズムの認知

3. 和音の認知

4. 作曲行為における認知

5. 演奏の認知

6. 日本伝統音楽の認知

7. 音楽における普遍性

3節 音楽の記憶

1. 音楽のワーキングメモリ

2. 音楽の長期記憶

3. 演奏の手続き的記憶

4. 音楽の潜在記憶

4節 音楽的統語論と認知モデル

1. 認知的音楽理論

2. 音楽の計算的認知モデル

3. 調性認知モデル

4. 音楽リズムの認知モデル

5節 音楽の進化と意味

1. 音楽の進化

2. 音楽の意味

3. 音楽研究におけるカルチュラル・スタディーズ

6節 音楽と言語の認知

1. 音楽と言語のリズムの認知

2. 音楽と言語の学習転移

3. 歌の認知

4. 音楽と言語：構造と機能

7節 音楽が認知や感情の発達に与える影響

1. 乳児への歌いかけの効果～実験室から～

2. 乳児への歌いかけの効果～臨床現場から～

3. 音楽領域と非音楽領域の認知へ及ぼす効果と向社会性・個人特性

第5章 音楽学習と教育

1節 音楽学習と教育に関する研究の概観

1. はじめに

2. 批判的思考を活性化(仮説1)

3. ソーシャルアイデンティティを確立(仮説2)

4. 子どもの創造性を活性化(仮説3)

5. 音楽嗜好で、鑑賞活動を深化(仮説4)

6. 協働学習における学習成果をあげる(仮説5)

7. まとめと今後の課題

2節 学びの場

1. 幼児がリズムと出会うとき

2. インフォーマルな学び

3. 音楽教室(ヤマハ音楽教室)における教育

3節 学習方略・音楽のスキル

1. 模倣による学び

2. 伝えること

3. 鑑賞授業

4. 音楽技能と向かいあう

4節 音楽性・創造性・社会性

1. ゆらぎとしての音楽性

2. 音楽と向社会性～利他性の進化～

3. 音楽と向社会性～脳・生化学物質～

5節 音楽の学びの問い直し

1. クラスの学びを深めるために

2. 次世代に向けた音楽教育の提案

3. コンピュータミュージック未来予想図

第6章 音楽と感情

1節 音楽における感情研究の概観

2節 音楽における感情と感情理論

1. 基本感情と感情のカテゴリー的理解

2. 感情の次元的理解
3. 構成的な感情理解
4. 音楽の感情的性格と感情反応
- 3節 音楽における感情反応の測定
 1. 心理・主観指標
 2. 生理・客観指標
 3. 感情の連続時間測定
 4. 音楽構造と感情
- 4節 音楽における感情表現
 1. 演奏における感情表出
 2. 感情コミュニケーション
 3. 感情表現の情報処理
- 5節 音楽における感情と生活
 1. 日常感情と音楽的感情
 2. 日常生活と音楽
 3. 環境マスキングとしての音楽
 4. 非日常的体験としての音楽
- 第7章 音楽と情報
 - 1節 研究概論
 - 2節 音楽情報の表現
 1. 音楽音響信号
 2. 楽譜情報
 3. 演奏情報の表現
 - 3節 自動作曲
 1. 自動作曲の問題
 2. 自動作曲システム
 3. 作曲支援システム
 4. リハーモナイゼーションとヴォイシング
 5. 自動編曲システム
 - 4節 楽曲解析
 1. 自動採譜
 2. テンポと拍の推定
 3. フレーズ分割
 4. 調推定
 5. 和音推定
 6. 楽器音の特徴と識別
 - 5節 音楽情報検索
 1. 音響特徴量
 2. 音楽情報検索
 3. 音楽配信
 - 6節 自動演奏
 1. 自動演奏
 2. インターフェース
 3. レンダリングシステム
 4. 歌声合成
 - 7節 音・音楽の審美感
 1. 音の心理と物理
 2. 音と音楽に対する主観的印象の定量化
 3. 演奏の熟達度
- 第8章 音楽と脳
 - 1節 音楽認知における医学的研究の概観
 1. 1980～1990年代の音楽認知研究
 2. 2000年代以降の音楽認知研究
 - 2節 音楽認知の医学的研究方法
 1. 症例研究
 2. 群研究
 3. 脳賦活化実験
 - 3節 失音楽症
 1. 定義と分類
 2. 音楽の構成要素の独立性
 3. 失音楽症の評価と検査
 4. モーリス・ラヴェル
 5. 過去の失音楽症の報告
 6. 音楽能力の障害を生じる脳部位
 7. 先天性失音楽の問題点
 8. 音楽無感症 (Musical anhedonia)
 - 4節 脳賦活化実験
 1. PET
 2. fMRI
 3. MEG
 4. 脳波
 5. NIRS
 6. 両耳分離聴 (DLT)
 7. 経頭蓋磁気刺激 (TMS)
 - 5節 脳研究から見た音楽認知モデル
 1. ベレッツの音楽認知モデル
 2. 佐藤の音楽認知モデル
 3. 現時点でおおむね妥当とされる歌唱の脳内メカニズムと脳部位
 - 6節 まとめ～将来に向けて～
- 第9章 音楽の演奏
 - 1節 音楽演奏研究の概要
 - 2節 演奏の表現、評価、解析
 1. 奏法
 2. 音楽演奏中の自律神経評価
 3. 筋電図
 4. 脳波
 5. 演奏の評価
 6. 演奏音評価の心理指標
 7. 演奏研究への多変量解析の応用
 - 3節 演奏のモデル
 1. 芸術表現
 2. 演奏技能の発達と獲得
 3. 個人差・共通性
 4. 時間制御
 5. リズムのカテゴリー知覚
 6. 身体動作
 7. 演奏とコミュニケーション
 8. 即興演奏
 9. 力制御
 - 4節 演奏者の心理と障害
 1. 演奏の感情
 2. 演奏と障害、ジストニア
 3. 演奏情報の認知と記憶
 4. 初見奏
 5. 音楽演奏不安
 6. 音楽演奏と健康・Well-being
 7. 演奏表現の発達
- 第10章 音楽と映像メディア
 - 1節 映像メディアにおける音楽心理学研究の概観
 1. 映像メディアにおける音楽の役割
 2. 映像メディアにおける音楽心理学的研究の始まり
 3. 音楽心理学的研究の発展に及ぼすテクノロジーの影響
 4. 映像メディアにおける音楽心理学的研究の発展
 5. 映像メディアにおける音楽心理学的研究の意味
 - 2節 視聴覚融合の仕組み
 1. 視聴覚融合の心的プロセス
 2. 映像メディアにおける視聴覚融合モデル
 - 3節 音と映像の相互作用
 1. 音・音楽が映像の印象に及ぼす影響
 2. 映像が音の印象に及ぼす影響
 3. 映像メディアにおける音像定位と音の空間性
 - 4節 音と映像の調和
 1. 音と映像の構造的調和
 2. 音と映像の意味的調和
 3. 音と映像の対位法
 4. 音と映像の変化パターンの調和
 5. 音と映像の融合における効果的な「間」
 - 5節 映像メディアの制作現場における視聴覚融合
 1. 映像メディアにおける音楽と映像の関係の分析
 2. 映像メディアにおける音と映像のずれと同期
 3. 映像メディアの制作現場における音と映像の融合
- 第11章 音楽と健康・音楽療法
 - 1節 健康・医療分野における音楽活用の展開
 1. 音楽療法
 2. 音楽療法の技法
 3. 医療現場における実践
 4. 児童を対象とした音楽療法
 5. 高齢者を対象とした音楽療法
 6. 地域における音楽活動
 7. 被災者支援
 8. 健康・医療における音楽の課題
 - 2節 音楽療法の実践
 1. 音楽療法におけるテンポの効果
 2. 児童を対象とした音楽療法
 3. 自閉症児・者の音楽療法
 4. パーキンソン病と音楽療法
 5. 認知症高齢者に対する音楽療法
 6. 音楽を用いた回想法
 7. 危機状況での音楽療法
 - 3節 医療場面における音楽
 1. 医療現場の音楽療法～小児の日帰り手術の現場より～
 2. 音楽による痛みの緩和
 3. 音楽によるリハビリテーション
 - 4節 音楽とストレスコントロール
 1. 音楽と自律神経系活動
 2. 音楽によるストレスコントロール
 3. 音楽による抑うつ緩和
 4. 音楽による悲しみの緩和
 5. 音楽と攻撃性
 6. 睡眠と音楽
 - 5節 背景音楽とヒーリング音楽
 1. 背景音楽と生活・仕事
 2. 背景音楽と知的作業のパフォーマンス
 3. ヒーリング音楽と癒し
- 第12章 音楽と社会・産業
 - 1節 電気・電子楽器の発達とポピュラー音楽の展開
 1. 初期の電気・電子楽器と音楽
 2. エレキ・ギターとハワイアン音楽、ジャズ・コンボ、ロック

3. 電気・電子キーボードとプログレッシブ・ロック
 4. MIDIとJ-POP
 5. ボーカロイドとインターネットが切り開く新しい音楽制作
 - 2節 アコースティック楽器の進化と音楽の変化
 1. 音律の進化と音楽の変化
 2. 鍵盤楽器の進化とピアノ音楽の変化
 3. 擦弦楽器の進化と音楽の変化
 - 3節 音楽マスコミ
 1. 市民革命以前の音楽のコミュニケーション
 2. 市民革命と聴衆の誕生
 3. 楽譜印刷と音楽マスコミ
 4. 蓄音機、ラジオの発明と巨大な音楽マスコミの誕生
 - 4節 音楽産業と社会
 1. レコード産業の歴史
 2. 通信カラオケ、着信メロディと音楽配信サービス
 3. TVゲームの音楽
 4. 現代の若者の音楽聴取行動
- エピソード

このような総花的ハンドブックの宿命であるが、音楽情報科学の専門家も心理学の専門家も脳科学の専門家も音楽学の専門家も音響学の専門家も、つまりは音学シンポジウムに参加するような人であれば誰もが「帯に短し襷に長し」という感想を抱くことになる。筆者はざっと一読して第7章に音楽的に看過できない明らかな「誤り」を発見したので(▲誤り「G7は低い方から純に G, Bb, D, F」→◎正しくは「G7は低い方から順に G, B, D, F」)、さっそく出版社の担当者に改訂依頼のメールを出したが、細かい訂正は今後の改訂(あれば)に期待するしかない。それよりも気になるのは、全体の統一性をまったく考慮していないという編集方針である。多数の専門家にそれぞれ細切れで限られた分量の原稿執筆を依頼し、個別の詳細に立ち入らず原稿を並べているために仕方ないとしても、あるところでは定番の学説が何度も何度も何度も何度も繰り返されたり(音楽認知のあたり)、他の部分とあまりにアンバランスに単なる現状の実験データ(陳腐化必至)の表が延々と何ページにもわたって並んでいたり(音楽と脳のあたり)、音楽情報科学研究会の専門家にとってはあまりに自明な事項が並んでいて閉口したり・・・と突っ込みどころ満載である。日本音響学会が1996年に出した「音のなんでも小事典」(ブルーバックス)のように、学生など初学者には「読み物」としてザッと読むことを推奨できるが、このハンドブックを読んでどれだけ突っ込みできるかが専門家としての知識の反映であるというテストとしての意義もあるかもしれない。ちなみに筆者は第5章第5節第3項に「コンピュータミュージック未来予想図」を執筆しているが、原稿執筆から3年も経過して出版されるとはちょっと予想外の展開となった。

3.2. ジャパノイズ



図4 ジャパノイズ
Figure 4 JAPANoise.

図4の「ジャパノイズ～サーキュレーション終端の音楽」は、2020年2月にSUACのメディアデザインウィーク(MDW)で「スケッチングワークショップ」[52]を行った時に入手した、2020年1月出版の本であり、「デヴィッド・ノヴァック(著) 若尾裕・落見子(訳)」のハードカバー(A5判上製、328ページ、4,000円+税)である。筆者は日本音楽即興学会(JASMIM)[53]の会員ではほぼ毎年、年末の大会に発表参加しているが、この新しい学会の設立者が若尾裕氏であり、その教え子で現JASMIM会長である落見子氏は、RAKASU PROJECT.として何度もMDWワークショップ講師をお願いしてきた筆者の友人であり、今回は一参加者として大活躍しつつ、「こんな本が出ました」とこの「ジャパノイズ」を寄贈してくれたのである。

書籍紹介HPによれば、「ジャパノイズという現象、ジャパノイズという幻想。90年代に北米で注目され、独自の理想の音楽を実践する世界として『ジャパノイズ』と呼ばれるようになった、日本のアンダーグラウンド・ノイズ・ミュージック。ノイズの多様性に、そのありのままの創造性に迫る、日本の第一線で活躍するノイジシャンと交流を持つ民族音楽学/人類学の研究者による、10年に渡るフィールドワークの成果。メルツバウ/インキャパシタナツ/非常階段/マゾナナ/MSBR/ハナタラシ」とあった。つまり、デヴィッド・ノヴァック氏の博士論文を翻訳したものなので当然とも言えるが、一読しても「読める」ところだけ読めて、なんのこっちゃ判らないところはまったく判らない難解な本でもある。以下はそのシンプルな目次である。

序章

第一章 ライブ性とデッド性の間

第二章 ジャパニーズ・アンダーグラウンドの音地図

第三章 関西でノイズを聴く

第四章 ノイズというジャンル

第五章 フィードバック、主観性、パフォーマンス

第六章 ジャパノイズとテクノカルチャー

第七章 カセット文化の未来

エピソード

筆者はノイズでなくプログレであるが、記述に登場する「西部講堂」・「磔磔」・「拾得」などという京都の名前は遠い学生時代に馴染み深いところであり、京大軽音のR&Bバンドで「サーカス&サーカス」に出演していたその同じ時に、同じ京都でこんな音楽もあったのだ・・・と新鮮な驚きがあった。しかし、その本編の「ノイズ」について、それも1970年代後半から80年代に日本の一部(地下)で勃興していたこの動きや、それが欧米に共鳴していたというアンダーグラウンドの動きを「民族音楽学/人類学」の視点で綴る・・・という、100%「文系」のこの本はかなり苦手なものだった。音楽情報科学研究会の専門家の多くは「理系」であるが、まさに真逆の「文系」書籍としては是非、この曖昧模糊な世界から立ち昇ってくる「音楽文化の匂い」を堪能して欲しいと願ってここで紹介した次第である。決して単なる読み物ではなく、「音楽情報科学する者」として、行間からいくつもの新しいアイデアや研究テーマが垣間見えるところが魅力の本なので、筆者も遅々として再読してみたいと思っている。

3.3. 生体情報センシングデバイス

筆者はこれまで、「筋電」に関してあれこれやってきた[54-56]ためか、見ず知らずのCMスタジオのディレクターからの依頼メールで「筋電音楽」(Sony NetMD WalkmanのCM)を作曲したり、CQ出版の知らない編集者からの依頼メールで「Interface」誌に数十ページの特集記事を執筆したりしてきた。そのためなのか、「情報機構」という見ず知らずのセミナー会社/出版社からの突然のメールで、「生体情報センシングデバイス」という書籍(図5)の一部の原稿執筆を依頼された。2018年5月に発刊されたこの本は「センサ設計開発に求められる要素技術・課題と対策ノウハウ」

というサブタイトルで分かるように、生体情報に関するビジネスを模索する企業に向けたノウハウ本であり、中身を細かく抜き出してプロ向けの技術セミナーを行う(こちらがメイン)のテキストとして出版されているようだが、ちゃんとISBNもあるし国会図書館にも登録されている(B5判、281ページ、60,000円+税)。



図 5 生体情報センシングデバイス
Figure 5 Bio-sensing Devices.

筆者が執筆したのはごく一部、「筋電(EMG)」についての部分であるが、SUACで開発した新しい筋電センサについても紹介できたので、参加した意義があった。「執筆者一覧(敬称略)」として、以下のような専門家の中に加わったのは光栄なことである。

富田豊(慶應義塾大学)
成瀬康(情報通信研究機構)
長嶋洋一(静岡文化芸術大学)
神永晋(SKグローバルアドバイザーズ(株))
前中一介(兵庫県立大学)
和泉慎太郎(神戸大学)
王建青(名古屋工業大学)
大保武慶(東京工芸大学)
寒川雅之(新潟大学)
長谷川誠(東京電機大学)
久保田博南(ケイ・アンド・ケイジャパン(株))
新関久一(山形大学)
竹内敬治(株)NTTデータ経営研究所)
樋口雄一(日本電信電話(株))
高河原和彦(NTTテクノクロス(株))
小笠原隆行(日本電信電話(株))
小山勇也(創価大学)
西山道子(創価大学)
渡辺一弘(創価大学)
横田知之(東京大学)
三林浩二(東京医科歯科大学)
孫光鎬(電気通信大学)
杉本千佳(横浜国立大学)
越地福朗(東京工芸大学)

以下がその目次であるが、一部冗長なものは1行に収めるために適宜圧縮しているので正しくは原本を参照されたい。

第1章 生体情報の基礎知識

第1節 各生体情報の計測手法

第1項 心拍

はじめに

1. 心電図
2. 脈波
3. その他の方法

第2項 脈波

はじめに

1. 脈波とは
2. 計測方法と原理
 - 2.1 光電容積脈波
 - 2.2 映像脈波

第3項 脳波

はじめに

1. 脳波とは
 - 1.1 脳波の原理と限界
 - 1.2 一般的な脳波計での脳波計測
2. ドライ電極を備えたウェアラブル脳波計

- 2.1 アクティブ電極
- 2.2 フレキシブルなドライ電極チップ
- 2.3 小型脳波計
- 2.4 ヘッドギア

3. ウェアラブル脳波計の種類 おわりに

第4項 筋電図(EMG)

1. 筋電信号の特性と計測データ例
2. 筋電信号の計測方法と原理
3. 筋電信号の周波数帯域と計測精度
4. 筋電信号計測時のトラブル対策
5. 筋電信号計測の国内外動向

第2節 データの見方、解析から製品応用への考え方

第1項 心拍

1. 信号処理
2. 心拍と消費カロリー
3. 心拍計測と交通安全
4. その他

第2項 脈波

1. 信号処理
2. 加速度脈波
3. デバイスへの要求事項
4. 脈波の応用

第3項 脳波

1. 脳波データの見方と解析
 - 1.1 脳波データの見方
 - 1.2 脳波データの解析
 - 1.2.1 自発活動の解析
 - 1.2.2 誘発反応の解析
2. 製品応用につなげるために

おわりに

第4項 筋電図(EMG)

1. 筋電信号に対する信号処理
2. 筋電情報の解析方法
3. 筋電情報パターン認識
4. 関連デバイスに必要な要求事項
5. 筋電情報から製品応用への考え方

第2章 生体情報センシングのトレンド・市場動向把握

第1節 トリリオン・センサ社会実現に向けた現状と課題

1. MEMS微細加工技術・デバイス・システム

- 1.1 MEMS
- 1.2 MEMS微細加工技術
- 1.3 MEMSデバイス・システム
2. Trillion Sensors (Tsensors、トリリオン・センサ)
 - 2.1 Trillion Sensors Initiative
 - 2.2 トリリオン・センサ社会
 - 2.3 センサの重要性
 - 2.4 Trillion Sensors Initiativeの起源と経緯
3. Tsensors Summits (トリリオン・センサ・サミット)
 - 3.1 Tsensors Summit 2013-2014
 - 3.2 Tsensors Summit 2015
4. Trillion Sensors Universe (トリリオン・センサ社会)
 - 4.1 課題先進国日本において期待される用途
 - 4.2 医療・ヘルスケアへの応用
 - 4.3 防災/減災・社会インフラへの応用

5. トリリオン・センサ社会における生体情報センシング

- 5.1 生体情報センシング
- 5.2 新しいセンサ
- 5.3 生体適合性
- 5.4 ネットワークとセンサ
6. 今後の展望と課題
 - 6.1 新しいビジネスモデルの創出
 - 6.2 価値の還流

第3章 デバイス設計開発において求められる要素技術ノウハウ

第1節 高分子材料を用いた生体親和性に優れたセンシングデバイスはじめに

1. 柔軟性に優れたソフトコンタクトレンズSCL型グルコースセンサ
 - 1.1 ソフトコンタクトレンズ型グルコースセンサの開発
 - 1.2 SCL型グルコースセンサを用いた涙液計測
2. 装着性・審美性を備えた通信機能付きマウスガード型センサ
 - 2.1 歯科材料を用いたマウスガード型グルコースセンサ

おわりに

第2節 生体センシングにおける回路設計技術

1. ウェアラブルモニタリングの特徴
 - 1.1 商用電源を利用するベッドサイドモニタリング
 - 1.2 ウェアラブルモニタリング
2. 生体電位計測(心電、筋電、脳波)
 - 2.1 心電(ECG)
 - 2.2 筋電(EMG)
 - 2.3 脳波(EEG)
 - 2.4 電極
3. 生体電位計測回路
 - 3.1 アナログ回路のみ
 - 3.2 生体電位取得専用集積回路

4. 脈波計測回路
5. 活動量や環境情報の取得
6. オープンコミュニティ
7. 生体センサの実例
- まとめ
- 第3節 人体周辺通信技術・ボディエリアネットワーク
はじめに
1. 人体周辺通信技術・ボディエリアネットワーク
2. 人体通信技術
3. 人体通信技術の自動車システムへの適用
4. 人体通信を利用した映像・音声信号の伝送
- まとめ
- 第4節 ウェアラブル生体センサに最適な超低消費電力化技術
1. ウェアラブル生体センサの課題
2. ウェアラブル生体センサの低消費電力化技術
3. 低消費電力ウェアラブル生体センサの開発
3. 1 ノーマリーオフコンピューティング
3. 2 全体アーキテクチャと不揮発マイコン
3. 3 性能評価
- おわりに
- 第5節 モバイル・ウェアラブル機器のアンテナ・電極の設計・実装技術
はじめに
1. UWB用広帯域アンテナ
2. 広帯域アンテナの小型化
3. 広帯域フレキシブルアンテナ
4. 2.0GHz・UWB帯2周波数帯対応デュアルバンドアンテナ
5. 800MHz・2.0GHz・UWB帯3周波数帯対応マルチバンドアンテナ
6. 人体通信用ウェアラブル機器の電極設計
7. 人体通信用ウェアラブル電極のギガヘルツ帯アンテナとしての利用
- おわりに
- 第6節 生体センシング機器におけるEMC、実装技術
はじめに
1. 生体信号のセンシング
2. 電磁干渉の発生機構とEMC評価法
3. ウェアラブル生体センサにおける電磁干渉ノイズの除去法
4. ウェアラブルセンサに対するイミュニティ試験法
- まとめ
- 第7節 生体情報計測のための信号処理と数理モデリング
1. 入浴中における事故とその要因
2. 超高感度振動センサによる生体情報計測
2. 1 超高感度振動センサ
2. 2 振動検知センサによる計測
3. 心拍抽出のための数理モデリング
4. 実環境への応用事例
- おわりに
- 第8節 医療・ヘルスケア用の高付加価値化と小型化・コスト低減
1. 医療・ヘルスケア用センシングと高付加価値化
1. 1 医療・ヘルスケアと五感センシング
1. 2 センサ複合化による高付加価値化とコスト低減両立の必要性
2. MEMSを用いたヘルスケアセンサの取り組み例
2. 1 アミロイドβタンパク質検知のためのMEMSバイオセンサ
2. 2 柔軟物・皮膚性状計測のためのMEMS触覚センサ
- 第9節 非接触生体センシングにおける画像解析処理技術
1. 携帯端末による生体認証デバイスと要件
2. 可視光で撮影された静脈画像の鮮明化
3. 被写体の位置・姿勢に頑健なテンプレートマッチング
4. 携帯端末を用いた掌紋・掌静脈認証システムの開発事例
- 第4章 生体計測デバイスの商品化における考慮事項
- 第1節 ノイズ対策
1. 心電図モニター誘導ノイズ
2. パルスオキシメーター光ノイズ
3. 血圧計・雑音除去
4. 歩数計・活動量計（加速度センサ）
5. ノイズ対策の具体的な手法
5. 1 アース
5. 2 同期加算
5. 3 フィルタ
5. 4 ツイストペアケーブル
5. 5 磁気シールド
5. 6 フェライトコア
5. 7 回路設計
5. 8 その他
- 第2節 安全性確保のポイント
1. 生物学的安全性試験
2. 電気的安全性及び電磁両立性試験
3. 耐久性
4. 安定性
5. 個別の規格
- 第3節 国内外での製品化に関わる法規制
1. 国内外の法規制の関連性
2. 国内法規制への基本的対応
3. 機器開発にあたって知っておきたい法規制の留意点
4. 薬機法の特徴
5. 法規制の変化経緯

6. 生体計測デバイスソフトウェアに関連する法規制
- 第4節 データ収集実験において考慮すべき倫理面
- 第5章 生体情報センシングのトピック技術と開発トレンド
- 第1節 非侵襲型生体センシング技術
- 第1項 シート型圧電センサを用いた睡眠サイクル解析の信号処理技術
1. ヒトの睡眠とそのモニタリングの意義
2. 睡眠時の自律神経活動と呼吸性不整脈
3. 心拍呼吸カップリングからの睡眠サイクルの評価技術
4. シート型圧電センサを用いた心拍、呼吸および睡眠サイクル計測
- おわりに
- 第2項 赤外線・RGB顔画像解析による非接触バイタルサイン計測技術
はじめに
1. 赤外線・RGB画像処理による呼吸数・心拍数計測の原理
2. 赤外線・RGB画像処理による呼吸数・心拍数計測の精度検証
2. 1 実験プロトコル
3. 赤外線・RGB画像処理を感染症スクリーニングへの応用
- おわりに
- 第3項 ドップラーセンサを用いたドライバモニタリング向け生体計測
はじめに
1. ウェアラブル生体センサの課題と心拍計測の低侵襲化
2. マイクロ波ドップラーセンサを用いた心拍の計測
3. ドップラーセンサのノイズと心拍抽出
4. ドライバモニタリングへの応用
- おわりに
- 第2節 センサ電源として利用可能なエネルギーハーベスティング技術
はじめに
1. 生体センサ利用環境に存在するエネルギー
2. 開発中のエネルギーハーベスティング技術の例
2. 1 ジャイロ効果を利用したウェアラブル発電システム
2. 2 スポーツを対象としたウェアラブル圧電型振動発電
2. 3 バイオ燃料電池を搭載したヘルスケアデバイスの創成
3. 体内・対外のエネルギーハーベスティング開発ロードマップ
- おわりに
- 第3節 導電性機能素材hitoeRと収集データの活用方法
1. 導電性機能素材“hitoeR”と、ウェア型生体情報計測デバイス
1. 1 導電性機能素材“hitoeR”
1. 2 ウェア型生体情報計測デバイスの構成技術
1. 2. 1 hitoeRウェアの構成技術
1. 2. 2 トランスミッタの構成技術
2. スマートフォンによる生体情報の推定
2. 1 心電波形による呼吸活動の推定
2. 2 心拍数による運動許容量の推定
2. 3 加速度による様態情報の推定
2. 4 生体情報に基づくサービス応用への展開
3. 生体情報に基づくサービス応用への展開
- おわりに
- 第4節 プリントドエレクトロニクス技術による各種センサの可能性
はじめに
1. 様々な印刷プロセスの特徴
1. 1 インクジェット印刷
1. 2 スクリーン印刷
2. 印刷技術を用いたセンサ応用
2. 1 圧力と温度を同時検出できるフレキシブルシートセンサ
2. 2 機能性インク
- 第5節 高感度光ファイバセンサによる外乱に強い生体計測技術
はじめに
1. ヘテロコア光ファイバセンサの構造と原理
2. 生体情報計測の事例
2. 1 脈波モニタリング
2. 2 睡眠時呼吸モニタリング
2. 3 嚥下動作モニタリング
- おわりに

4. おわりに

最近のSUACにおける関連アクティビティについてスタジオリポートとして報告するとともに、音楽情報科学に関する研究者であれば要チェックの最近の新しい書籍3件について紹介した。これらの情報が諸兄の音楽情報科学ライフに有益であることを期待しつつ、さらに新しいところに進んでいきたい。

参考文献

1. <http://nagasm.org/ASL/>
2. <http://nagasm.org/1106/>
3. 長嶋洋一. 静岡文化芸術大学スタジオレポート. 情報処理学会研究報告 Vol.2000, No.118 (2000-MUS-38), 情報処理学会, 2000.
4. 長嶋洋一. インタラクティブ・メディアアートのためのヒューマンインターフェース技術造形, 静岡文化芸術大学紀要・第1号

- 2000年, 静岡文化芸術大学, 2001.
5. 長嶋洋一. SUACにおけるメディアアート活動の報告(2000-2001), 静岡文化芸術大学紀要・第2号2001年, 静岡文化芸術大学, 2002.
6. 長嶋洋一. メディアアートフェスティバル2002開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol.2000, No.123 (2000-MUS-48), 情報処理学会, 2002.
7. 長嶋洋一. メディア・アートと生体コミュニケーション, 静岡文化芸術大学紀要・第3号2002年, 静岡文化芸術大学, 2003.
8. 長嶋洋一. NIME(New Interfaces for Musical Expression)参加報告, 情報処理学会研究報告 Vol.2003, No.111 (2003-MUS-52), 情報処理学会, 2003.
9. 長嶋洋一. NIME04/MAF2004開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol.2004, No.111 (2004-MUS-57), 情報処理学会, 2004.
10. Y.Nagashima. Students' projects of interactive media-installations in SUAC, Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, 2006.
11. 長嶋洋一. 音楽/芸術表現のための新インターフェース(NIME), ヒューマンインタフェースシンポジウム2006論文集, ヒューマンインタフェース学会, 2006.
12. 長嶋洋一. NIME06参加報告, 情報処理学会研究報告 Vol.2006, No.113 (2006-MUS-67), 情報処理学会, 2006.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 長嶋洋一. MAF2008開催報告, 情報処理学会研究報告 Vol.2009, No.13 (2009-MUS-79), 情報処理学会, 2009.
20. 長嶋洋一. インスタレーション作品のHCIについてのアフォーダンス的考察 ～MAF2008(SUAC)での事例から～, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.108 No.489 (HIP2008-149～155), 電子情報通信学会, 2009.
21. 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.
22. 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.
23. Y.Nagashima. Parallel Processing System Design with "Propeller" Processor, Proceedings of International Conference on New Interfaces for Musical Expression, 2009.
24. 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.
25. 長嶋洋一. メディアアートにおけるインタラクションデザインの事例紹介 --- SUACの学生インスタレーション作品の変遷 ---, 第59回 ヒューマンインタフェース学会研究会 研究報告集, ヒューマンインタフェース学会, 2010.
26. 長嶋洋一. メディアアートにおけるエンタテインメントの視点とは ～開学10年間のSUAC学生インスタレーション作品の変遷, エンタテインメントコンピューティング2010論文集, EC2010実行委員会, 2010.
27. 長嶋洋一. エンタテインメント・コンポーザ教育に向けて, 情報処理学会研究報告 (2011-MUS-90), 情報処理学会, 2011.
28. 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.
29. 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.
30. Y.Nagashima. SUAC Studio Report, Proceedings of 2012 International Computer Music Conference, International Computer Music Association, 2012.
31. 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24年度全国大会講演論文集, 情報処理学会, 2013.
32. 長嶋洋一. SUACスタジオレポート2013, 情報処理学会研究報告 (2013-MUS-99), 情報処理学会, 2013.
33. 長嶋洋一. 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, 情報処理学会研究報告 (2013-EC-28), 情報処理学会, 2013.
34. 長嶋洋一. 『エンタテインメント科学』から『エンタテインメント学』へ, 情報処理学会研究報告 (2014-EC-33), 情報処理学会, 2014.
35. Y.Nagashima. Consumer Generated Media and Media Entertainment, Journal of International Scientific Publication: Media & Mass Communication, ISSN 1313-2339, Published at: <http://www.science-journals.eu>, 2014.
36. 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.
37. 長嶋洋一. 音楽エンタテインメントを「作る」～SUACスタジオレポート2014～, 情報処理学会研究報告 (2015-MUS-106), 情報処理学会, 2015.
38. 長嶋洋一. post-Gainer時代の音楽情報科学platform, 情報処理学会研究報告 (2018-MUS-119), 情報処理学会, 2018.
39. 長嶋洋一. 触覚バイオフィードバック」汎用プラットフォームの提案-メディアアートのウェルネスデザイン応用を目指して-, 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会資料 (技術研究報告) HIP2018-39, 電子情報通信学会, 2018.
40. 長嶋洋一. 基礎心理学実験プロトタイプツールとしてのMax7とウェルネスエンタテインメントプラットフォームとしてのMax7, 情報処理学会研究報告 (2018-MUS-120), 情報処理学会, 2018.
41. 長嶋洋一. 音楽情報科学ツール"Max"を用いたメディアデザイン-RFIDの活用例を中心として, 情報処理学会研究報告 (2019-MUS-124), 情報処理学会, 2019.
42. 長嶋洋一. ウェルネス・エンタテインメントのための錯覚体験システム～聴覚やマルチモーダル錯覚を中心として～, 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会資料 (技術研究報告) HIP2019-87, 電子情報通信学会, 2020.
43. <http://www.suac.ac.jp>
44. <http://nagasm.org/1106/installation/>
45. <http://nagasm.org/1106/installation2/>
46. <http://nagasm.org/1106/installation3/>
47. <http://nagasm.org/1106/installation4/>
48. <http://nagasm.org/1106/installation5/>
49. <http://nagasm.org/1106/news5/MDW2020report/>
50. <http://jsmpc.org/>
51. <http://jsmpc.org/archives/inauguration/>
52. <http://nagasm.org/1106/news5/MDW2020report/>
53. <http://jsmim.net/>
54. <http://nagasm.org/ASL/SIGMUS0302/>
55. http://nagasm.org/ASL/CQ_mbed_EMG.html
56. <http://nagasm.org/Sketching/VPP-SUAC.html>