

# 琉球大学学術リポジトリ

## サンシン（沖縄三味線）演奏ロボットのコントロール

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2007-08-23 キーワード (Ja): キーワード (En): Okinawan tradition, Sanshin, Amusement robots, Musical instrument, Precision machine 作成者: 伊波, 善清, 山城, 毅, Iha, Zensei, Yamashiro, Tsuyoshi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1473">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1473</a>

# サンシン(沖縄三味線)演奏ロボットのコントロール

伊波 善清\* 山城 毅\*

How to control of the Performance Robot on the SANSHIN

Zensei IHA\* and Tsuyoshi YAMASHIRO\*

## SUMMARY

The amusement robots are more required for people who live in a hard and stressful world. These robots give a peaceful life and contribute to mental health. SANSHIN is a fretless 3-strings musical instrument. This instrument came to Ryukyu(Old name of Okinawa island) from China more than 600years ago. The musical instruments, such as stringed and percussion instruments, are also very useful and necessary for Okinawan music and dance. Therefore SANSHIN is very much intertwined with Okinawan tradition, and SANSHIN gives Okinawan people a peace of mind and a comfortable feeling. We believe this kind of performance robot is also useful for young people, because it creates an interest in science and local culture.

This paper explains how to control the electromagnetic actuators and stepping motors of this system. We used Machine Language, because to make a precision machine expected exact time with clocklike is not suitable by the High Level Language. The development with Machine Language is complicated, but in this way we can control the Bachi(pick) with accuracy of the time 1[ms].

**Key Words:** Okinawan tradition, Sanshin, Amusement robots, Musical instrument, Precision machine

## 1. はじめに

1980年頃から急速に導入された産業用ロボットは、人手不足に対処し労働の代替装置として、人間社会に貢献してきた。近年、このような生産のためのロボットから人の心を癒し、安らぎを与えるアミューズメント&エンタテインメントロボットが注目されるようになってきた[1]~[3]。

一見感情を持っているように思えるペットロボットも種々開発されているが、このように人々の興味を引くロボットとして楽器を演奏するエンタテインメントロボットが有り、日本ロボット学会主催のロボット音楽シンポジウム[9]とロボット音楽会が明治大学中央校舎で開催され(1995年11月)好評であった。このように労働の代替装置である生産機械のための堅いイメージのロボットと趣向を変え、人と遊び、楽しませ、一緒に行動する人間共存型のロボットは、人々の好奇心を刺激し関心を持たれるようになった。

サンシン(三味線)は明の時代に中国から琉球に伝わった(1392年頃)と言われ、600年の歴史を誇り、琉球芸能の中心的役割を果たして来た[4]~[7]。1710年には、首里王府に「サンシン主取り」なる役職が設置されサンシンの改良普及に貢献した[6][7]。

受理：2000年12月25日

参考文献の[9], [11], [12], [14], [17]で発表済み

\*工学部電気電子工学科

(Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Fac. of Eng.)

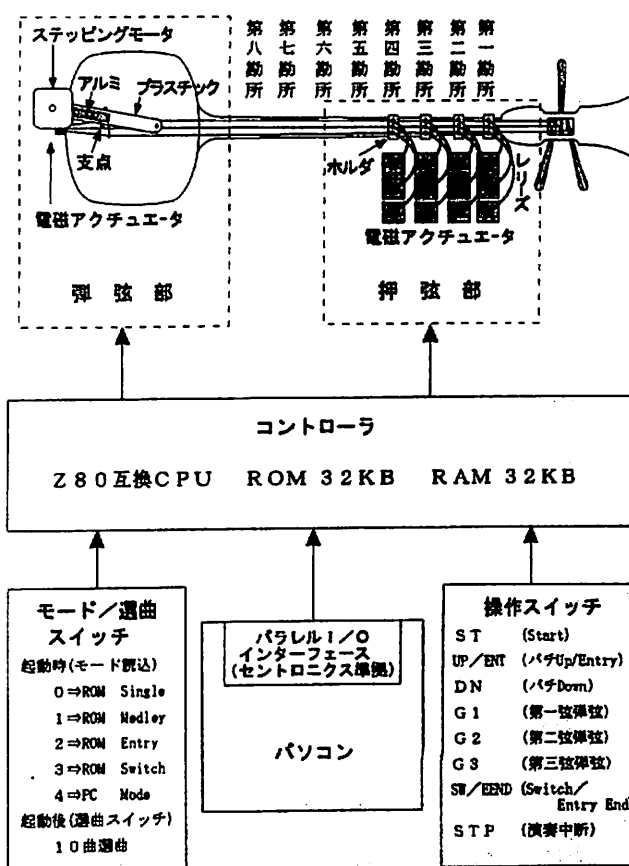


図1 システム構成

本研究では琉球芸能に欠かせない代表的な楽器であるサンシンを演奏するロボットを開発し、観光地沖縄の文化を興味深く紹介し、老人ホーム等では安らぎを、青少年には科学と文化に対する好奇心と創造性への刺激を与える事を目的とした。

これまでにサンシン演奏ロボットのハード面について報告した[8][10]が、今回はシステムの構成と演奏ソフトについて報告する。この様なロボットをスムーズに、また正確に制御するためには高級言語では難しく、ソフト制作は複雑になるが、機械語で制御する必要がある[8]~[11]。これによりテンポが1[ms]の精度で調整が可能となった。

なお、紙面の都合で重要と思われる箇所のみについて記述する。

### 2. システム構成と演奏タイミング

ソフトについて説明する前に、まず図1のシステム構成と制御箇所について記述する[12]。制御箇所は押弦部と弾弦部に分けられる。

押弦部は10箇所の勘所[8]に電磁アクチュエータ対を取り付けてあり、対になっている電磁アクチュエータの ON, OFFにより押弦と開弦を行う。開放弦と加えて13の音程を演奏するが、弾弦せずに押弦だけを行う、いわゆる「打音」の制御も行う。

なお、勘所は工工四に記述[13]されている位置より厳密に言えばズレており、正しいと思われる位置に修正[14]して設定する。ただ、実際の演奏では「尺：の音は高目が明るい感じがする」[15]など、歌い手の感性の違いにより個人的な好みもある。また、楽譜は演奏のための単なる道しるべであって、プロの演奏家の楽譜には様々な表現・思い・奏法等が所狭しと書き加えられている[16]。ロボットにどこまで感性を求めるかも色々と研究されているが、今後の課題である[2]。

弾弦部は、弦選択と弾弦のためのステッピングモータ(SP)と弦の中にバチを出し入れするための電磁アクチュエータ対からなる。ここでの演奏手順はまずステッピングモータにパルスを送り弦選択し、バチを挿入して後再度ステッピングモータにパルスを送る事により弾弦する。また逆回転させることにより、「掛音」を出す。バチは次の音程を先読みし移動の有無と移動位置を決める。バチの出し入れは電磁アクチュエータ対(S1, S2)のON, OFFによりバチの挿入深度を変える事で強弱の音が出せる[11]。一連の動作は図2の演奏タイミングによる。また、コントローラへの指示は、パソコン(PC)とオペレータのどちらかを選択可能で自由に設定できる。

### 3. 基本クロックの発生

演奏速度の基本となる、基本クロックは正確なテンポを得るために重要な要素で、図3(a)のフローチャートと同図(b)のプログラムにより発生させる。サブルーチンDE10はシステムクロックが10[MHz]とすると約10×DE(μs)の時間タイマーで

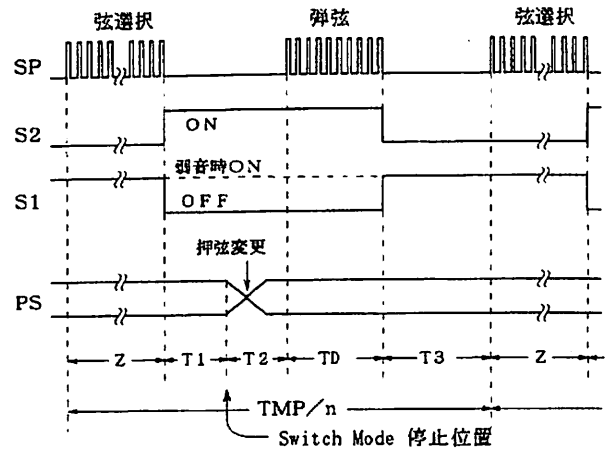
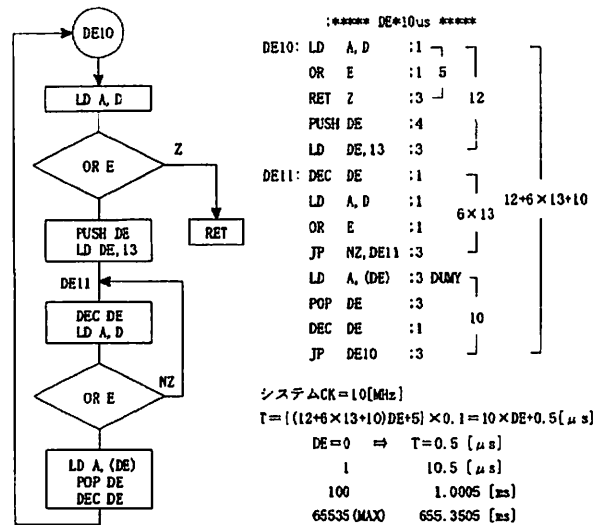


図2 演奏タイミング



(a) (b)

図3 基本クロックの発生

- P0=0 クワジル 第一弦(男弦)
- P1=130(ホームポジション) ナカジル 第二弦(中弦)
- P2=260 ミージル 第三弦(女弦)
- P3=390(P0からのパルス数)

図4 バチポジション

ある。これによりステッピングモータのパルスの発生、演奏タイミングの調整などを行い、拍子やテンポをある程度正確に刻んで演奏できる。

これを基本パルスとしてステッピングモータにパルスを送る事により、2850[mm/s]の速度でバチを移動する事ができる。なお、演奏時におけるバチの最大移動距離は、女弦を弾いて後、男弦を弾弦するのに必要な距離約285[mm]を390パルスで移動する時である(図4)。演奏中の弦選択は最短距離で移動するようにコントロールする。

なお、工工四の調子はヒトの脈拍(72拍/分)を基準として記述されているが、喜怒哀楽を奏でるリズムとしてはメトロノームのような機械的テンポに縛られるよりは、個々人の体内リズムである脈拍が理にかなっているように思われる。

#### 4. 初期設定とパチの制御

演奏を始める前にパチの位置を男弦と中弦の間中点(ホ-ホポジションP1)に移動する。パチはBACHI UpとBACHI Downにより0.1[mm/pulse]でステップ移動するが、約1[sec]間押し続けると連続的に移動するようになっている。パチの初期位置(ホ-ホ

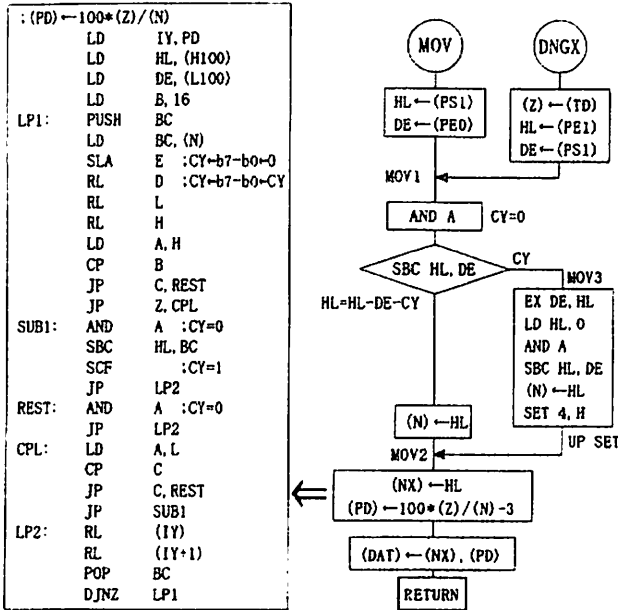
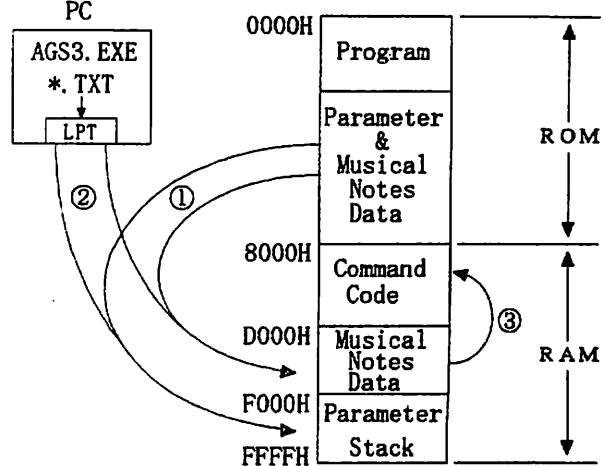


図5 パチの制御



①, ② ; Transmit & Convert Data into ASCII Code  
③ ; Convert ASCII into Command Code & Transmit

図6 メモリーマップ

表1 パラメータ及び音符用コード

全角文字	JIS		シフトJIS		対応ASCII文字
	H	L	H	L	
パ	23H	30H	82H	4FH	
ラ	23H	31H	82H	50H	
マ	23H	32H	82H	51H	
メ	23H	33H	82H	52H	
モ	23H	34H	82H	53H	
ミ	23H	35H	82H	54H	
ム	23H	36H	82H	55H	
メ	23H	37H	82H	56H	
モ	23H	38H	82H	57H	
ミ	23H	39H	82H	58H	
ム	23H	41H	82H	60H	
合	39H	67H	8DH	87H	A
四	3BH	4DH	8EH	6CH	B
工	39H	29H	8DH	48H	C
乙	32H	35H	89H	B3H	D
上	3EH	65H	8FH	E3H	E
五	38H	5EH	8CH	DCH	F
老	4FH	37H	88H	56H	G
中	43H	66H	92H	86H	H
六	4FH	3BH	98H	5AH	I
下	32H	3CH	89H	BAH	J(下)
尺	3CH	5CH	8EH	DAH	K
七	3CH	37H	8EH	B5H	L
八	48H	2CH	94H	AAH	N
0	23H	30H	82H	4FH	N
2	23H	32H	82H	51H	2
打	42H	47H	91H	C5H	5
弱	3CH	65H	8EH	E3H	6
勢	33H	6DH	8AH	7CH	7
終	21H	77H	81H	97H	0

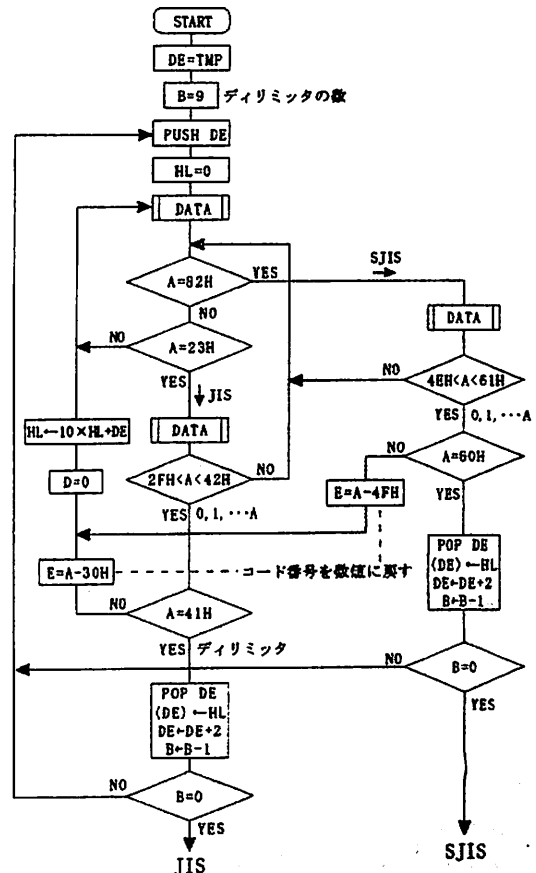
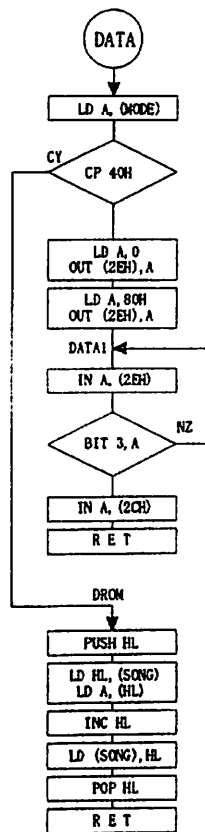


図7 JIS-SJIS判別

ポジション設定が適当な位置であるか第1～3弦を弾弦テストして確認する。その判断は人が行う。この操作はROMモード、PCモードの両方で行うことができる。MOVとDNGXはバチのUP、DOWNと弾弦のサブルーチンである(図5)。

## 5. メモリーマップと演奏形式

コントローラの主要部はZ80互換CPUが使われているマイクロコントローラで、メモリー空間を64 KBYTEで使用し、前半の32KBYTEはROM、後半の32K BYTEはRAMとして使用している。先頭番地から制御プログラムがあり、続いてROMモードの演奏パラメータと曲データ(JISまたはSJISコードの全角文字)を格納してある。

ROMモードでは演奏パラメータと曲データをASCII文字に変換しながらRAMへ転送(図6-①)し、さらにコマンド付データに変換(図6-③)して最終データとする。演奏は最終データのコマンドを解釈しながら実行して行く。

PCモードではPCのLPT(プリンタインターフェース(セントロニクス準拠))から演奏パラメータと曲データをJISコードまたはSJISコードで転送されてくる全角文字のコードをASCII文字に変換しながらRAMへ格納する(図6-②)。後はROMモードと同じように実行して演奏する[17]。転送時のコードがJISかSJISかを表1および図7に示すように自動的に判別して正しくデータを読み込む。PCからのデータ転送は、当初I/Oインターフェースを用いていたが部外での演奏などロボットを持ち出す場合、あらゆるパソコンでデータ転送を可能にするため、プリンタインターフェースを用いるようにした。

なお、ROMモードでは、10曲程度の曲を保存できCDやレコード盤みたいに入れ替えれば任意の曲を演奏可能となる[9]。

図8のフローチャートに示すようにパソコン(PCモード)と操作スイッチ(ROMモード)で別々にコントロール(制御:操作)でき、Mode SWによりPCモードとROMモードの選択をする。

演奏形態としては選曲された1曲のみの演奏(Single)と、登録されている全ての曲を順次連続演奏する(Medley)方法がある。また、これらの曲は、人為的に(ヒトが)キー操作することにより任意のテンポで演奏する(Switch)事も可能である。また、演奏の途中でSTOPキーを押し続けることにより演奏中断することも出来る。その時、バチはホームポジションに戻り、次の演奏が可能なる状態になる。

## 6. まとめ

サンシン演奏ロボット「あがさー」は「サンシンの日」の番組出演、「沖縄県産業まつり」、「青少年科学作品展」など様々なイベントで興味的であり、アミューズメントロボットとして「人を楽しませ、安らぎを与える等」の役割を果たしている

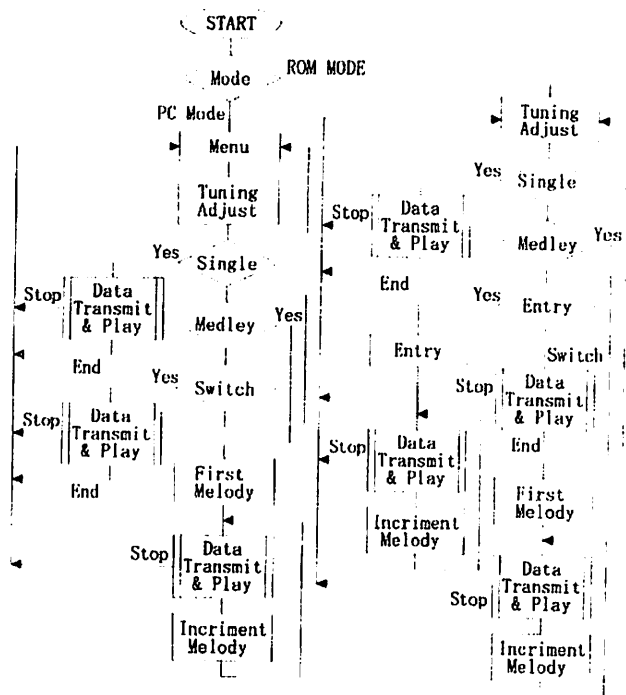


図8 フローチャート



写真1 名瀬市立伊津部小学校での公開2000年11月

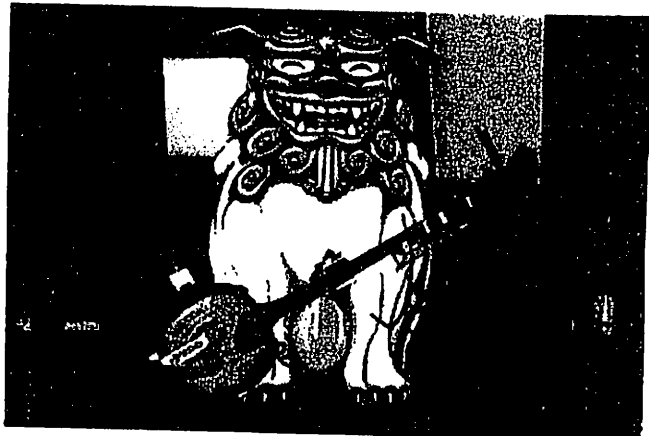


写真2 名古屋市市の琉球料理店

と思われる。また、子供達に科学技術や文化の素晴らしさを気付かせる役割も果たしていると思われる(写真1)。日本ロボット学会主催の「ロボット音楽会」では、それぞれのレパートリーの演奏と各演奏ロボット(バイオリン、フルート、トランペット、サクソフォンなど)による同時演奏(蛍の光)をした[10]が、本装置のテンポは予め設定した値で上手くいき調整の必要はなかった。

演奏技術としては強音、弱音、打音、掛音、列弾などが可能で演奏速度は100[msec/音]まで弾く事ができ、拍数の変更も可能である。また弾弦部の電磁アクチュエータ対のON, OFFの状態によりバチの挿入深度を変える事で強弱の音が出せる。ここにもステップモータを使用すれば制御は複雑になるが、より微妙な変化の音が出せるようになる。

本論文では主にソフトについての説明のためフローチャートが多くなってしまったが、アセンブラ言語で実行させることにより微妙なタイミングの設定にも対応でき、様々な処理も可能になった。ただ、演奏プログラムが複雑になってしまったので分かり易く整理する必要がある。

本ロボットは、民間企業への技術移転の形で製品化第1号機を製作して以来これまでに4台を世に出している(写真2)が、実用化のためには、低価格化、操作法の簡略化、軽量化(搬送のしやすさ)など、なお考慮しなければいけない課題がある。

また、付録として「あがさー」の演奏手順を付加えた。

参考文献

[1] 特集: 21世紀の玩具とロボティクス  
日本ロボット学会誌, Vol. 18, No2, 2000年3月

[2] 特集: 感性とロボット, 日本ロボット学会誌  
Vol. 17 No7, 1999年10月

[3] 井口信洋: アミューズメントマシン  
オーム社, 1994年

[4] 山城, 伊波: 沖縄&サンシン演奏ロボット  
支部のページ, 電気学会誌 Vol. 118-9  
P-541, 1998年9月

[5] 田辺尚雄: 三味線音楽史, 柏出版, 1975年

[6] 矢野輝雄: 沖縄芸能史話, 榕樹社  
1993年4月

[7] 王 耀華: 中国と琉球の三弦音楽  
第一書房, 1998年10月

[8] 伊波, 山城: サンシン演奏ロボットの研究  
開発一主にハード面について一  
琉球大学工学部紀要, Vol. 60. pp79-87  
2000年9月

[9] 伊波, 山城: サンシン(沖縄三味線)演奏ロボットに関する研究(2)  
ロボット音楽シンポジウム, 5A2-0-2  
PP17-18, 1995年11月

[10] 伊波, 山城: 「サンシン演奏ロボットについて」解説, 日本ロボット学会誌PP18-21  
Vol. 14, No2. 1996年3月

[11] 伊波, 山城: サンシン(沖縄三味線)演奏ロボットに関する研究(3)  
日本ロボット学会学術講演会, 2A2-1-4  
1996年11月

[12] 伊波, 山城: サンシン(沖縄三味線)演奏ロボットのシステム構成と演奏ソフト  
電気関係学会九州支部連合大会1344  
1999年9月

[13] 伊佐川, 世禮: 音楽贈付工工四  
野村流音楽協会, 1971年

[14] 伊波, 山城: サンシン(沖縄三味線)演奏ロボットに関する研究(5)  
日本ロボット学会学術講演会, 3J42  
1998年9月

[15] 漆畑文彦: はじめての三線, 晩聲社  
2000年

[16] 千住真理子: 生命が音になるとき, オーム社  
1995年

[17] 伊波, 山城: サンシン(沖縄三味線)演奏ロボットに関する研究(4)  
日本ロボット学会学術講演会, 2J37  
1997年9月

【付録】 あがさー演奏操作手順

