

日本音楽の情報処理 — 尺八の場合

志村 哲¹
¹大阪芸術大学

坪井邦明²
²浜松職業能力開発短大

松島俊明³
³東邦大学理学部

内容梗概 日本音楽研究に情報処理的手法を適用する方法と、その諸問題について尺八音楽を例に述べる。はじめに演奏研究の立場から、音楽様式固有の特徴を反映させることの重要性を古典本曲を例に指摘する。つぎに、現在開発中の日本音楽における計算機上での楽譜の表現形式を提案するとともに、その適用例として五線譜と尺八譜との記号レベルでの変換処理の方法と活用法を示し、有効性と拡張性を検証する。また、伝統的尺八譜の画像情報からの認識技術について、都山流楽譜を例に楽譜の特徴量抽出の方法論と現在構築中のシステムの概要を紹介し、その諸問題を検討する。

Information Processing of Traditional Japanese Music — A Case of Shakuhachi —

SIMURA, Satoshi¹

TSUBOI, Kuniharu²

Toshiaki MATSUSHIMA³

¹Osaka University of Arts ²Hamamatsu Polytechnic College ³Toho University

ABSTRACT As the example of the information processing of traditional Japanese music, the methodologies and problems of *shakuhachi* (wind instrument made of bamboo) music processing are described. At first, from the view of performing *shakuhachi*, it is pointed out that it is important for music processing to represent unique features contained in individual music style, especially for classical *shakuhachi honkyoku* (main or original piece). Next, music representation language for traditional Japanese music notation is introduced. It is able to translate between western standard notation and Japanese notation by applying this language. Its effectiveness and expansibility are also described. Finally, an experiment of *shakuhachi* score recognition is described. Its recognition methods and the system configuration are introduced, and the remaining problems are described.

¹ 585 大阪府南河内郡河南町東山 TEL 0721-93-3781 simura@hamamatsu-pc.ac.jp

² 432 静岡県浜松市法枝町 693 TEL 053-441-4444 tsuboi@hamamatsu-pc.ac.jp

³ 247 千葉県船橋市三山 2-2-1 TEL 0474-72-8237 matusima@tansei.cc.u-tokyo.ac.jp

1 尺八における情報処理の概念形成について

音楽情報科学研究会は、情報科学・音楽学ほかの研究者、演奏家、作曲家等が領域を越えて一堂に会し、「音楽の情報処理」という共通テーマによる研究発表、実験的なコンサート、情報交換等をおこなう場である。筆者らはここで、音楽学研究における情報処理手法の有効性、あるいは情報科学研究で扱う音楽資料の吟味、研究方法等についても議論してきた。また、これまでに尺八音楽の情報処理的研究手法について、それぞれの立場からのアプローチを報告してきた^{1) 2) 3) 4) 5) 6)}。

本稿は、音楽学系学会との共催例会資料であることも留意し、我々が個別の研究目的をもちつつ共同で推進するプロジェクトの方向性と、開発中のシステムの概要を述べる。

1.1 音楽研究における情報処理

音楽研究の資料は、実際の演奏のほか、教授法としての唱歌・唱譜や扇拍子、伝承の際の口伝、楽譜、文書、絵図、楽器、装束、演奏の場他さまざまなものから得られる。特に最近では、情報加工・編集機器が格段に進歩したことにより、音響・映像資料化の方法やデータ化の方法も多種多様な選択が可能である。例えば、フィールドワークにおいて伝承者の演奏を記録する際に、録音のみによる記録よりは映像も含めた記録をとること、そしてさらに使用楽器・演奏環境の記録・計測等を含めた方が、後に資料をより多角的に検討できることはいうまでもない。

しかし、これら情報機器により音楽の現場から写し取ってきた情報は、これをいかなる方法で再生しても、もとの音楽そのもの全てを表すことはできない。これらは、影絵にも似て、対象にある1方向から光を投射し、スクリーンに映し出された写像にすぎない。また、口伝情報を書き留めたもの、音や奏法を記した楽譜、現場や道具を記録した絵図等も、人間がある考えのもとに光を当てて写し取ったものとして、同様に写像であるといえる。

そこで、このような情報を収集しデータ処理する方法は無数にあり、一旦作業を始めればデータ量は無限に増え続ける。よって、情報処理をおこなう際に、そのプロセスのはじめの段階から、そのデータを利用して音楽研究をおこなう研究者自身が、資料の吟味から収集・変換の方法やデータ形式の決定ま

ですべてに関与しなければ、個々の研究に有効な情報を得ることは難しい。さらに、資料のドキュメンテーションやデータ化の方法が不適切であれば、そのデータによってかえって対象の本質的部分を隠してしまうような場合も起こりうる。

一方、音楽研究者自身が情報機器を取り扱う場合、その機器の原理を理解しないまま使用することにより、信頼性の低いデータとなってしまう場合もありうる。この場合、情報処理技術者の協力を得ることが必要であり、また情報科学の新しい発想や方法論が有効な研究手段となることもある。

筆者(志村)は、これまでに尺八の演奏・伝承活動と並行して、古管尺八についてのフィールドワークと、その資料のデータ化の作業をおこなってきた^{7) 8) 9)}が、さまざまな局面において前述のような経験をしてきた。そこで、本プロジェクトにおいては演奏を担うインサイダーとしてイーミックな態度を持ちつつ、エティックの方法論を模索する¹⁰⁾立場で方向付けを提案したいと考えている。

1.2 尺八譜の情報処理

1.2.1 記されるものと記されないもの

音楽情報処理の話題の一つに、楽譜の計算機上の表現形式を標準化するという問題があり、本研究会においても以前に議論されたことがあった。しかし、この場合の楽譜とは、洋式の五線譜に限ったものであったし、結局、個々の目的・用途にあったものにするのが合理的であるようにも思われた。また、尺八における伝統的記譜は、片仮名を譜字とする奏法譜であり、本来、五線譜と無縁のものであるから、尺八譜の計算機表現も独自の形式を考案しなければならない。とくに、古典本曲の伝承の場においては、洋楽的な音感をもっては理解しきれないような状況に立たされる経験が多いことから、計算機表現の仕様を決める場合に、いったん洋楽的な音楽の記述方法から離れるべきであろうと考えられる。要するに、その音楽における「関与性¹¹⁾」を十分に考慮にいった記述形式であることが望まれるわけである。

しかし、現在の尺八音楽には、多くの異なった歴史的背景と様式をもつ種目が存在し、そのうちのいくつか(新日本音楽、近代本曲等)には近代において洋楽の影響を強く受けて作曲された曲も多い。今日の演奏家には、古典曲、近代曲の両種目を演奏する者も多く、これらが同一の譜字を使用するところ

から、洋楽的な奏法や音感が古典本曲にも適用されるという、演奏上の混乱を招いている。また、古典本曲譜は、規範的なものから記述的なものまで多種多様であり、記譜者の属する流派、演奏種目、伝承系譜や時代背景、使用楽器までも考慮にいれて多角的に検討しなければ「関与性」を導き出すことができない。よって、古典本曲においては、演奏様式まで含めたレベルでの記述的な計算機表現を行うことは、もう少し先に見送った方がよいと考えている。

1.2.2 尺八譜データベース試論

尺八に関して演奏の採譜や楽譜を用いた音楽学的研究は、これまでも多く発表されている。例えば、月溪恒子は古典本曲における音型、フレーズ、旋律法や曲全体の構成を分析・分類することにより、音楽の特徴を明らかにしている¹²⁾。また、上参郷祐康は、三曲合奏における歌、三味線の旋律と尺八の旋律の関係を、五線譜に訳譜した総譜に示し考察している¹³⁾。

このような研究においては、尺八の伝統的記譜による文字譜が使用される以外に、西洋式の五線譜に変換、あるいは演奏音を直接採譜したものが用いられることも多い。また、研究の方法論である音型等の統計処理や、旋律の比較、パターンのマッチングなどのために、非常に多くの資料を収集、採譜、訳譜、編集しなければならないこともあり、その時間的制約から資料を限定せざるをえない場合も起こりうる。

このような場合、現存するすべての尺八譜の内容までを扱ったデータベースがあれば、検索からその後の加工・編集、あるいは個々の方法論に則った情報処理に至るまで、たいへん有効な手段を提供することはいうまでもない。しかし、これまでに述べたように、すぐに理想的なデータベースの仕様を決定することは困難である。とくに、尺八音楽の研究者にとっては、複雑な伝承形態によりヴァリエーションの多い、古典本曲のデータベース化が待たれるところであろうが、1.1、1.2.1で指摘したような事情から、性急に仕様を決定することは危険である。

そこで今回紹介する2件の事例においては、曲種を近代曲、あるいは他楽器のための簡単な楽曲を素材に、これまでに作成された計算機表現の形式を拡張する形で試作した。取り扱う音楽種目の設定を誤らなければ、楽譜上の記号レベルでは、かなり五線譜との対応がとれるものもあり、これらは、すでに

蓄積されたノウハウの流用が期待できる。また、システム構築の目的を、今日の音楽現場での演奏家・作曲家による活用性に設定し、応用例を示した。

2 尺八奏法譜による音楽情報処理

筆者(坪井)が構築中の奏法譜を考慮した音楽情報処理システムでは、本稿で述べる尺八奏法譜(以下尺八譜)の他、沖繩の三線の奏法譜「工工四」を扱っている¹⁴⁾。

以下、尺八譜の計算機上での記述と、それによる処理の例について述べる。

2.1 尺八譜の計算機表現

尺八譜を、一般的な音楽記述の拡張として表そうと考えている。まず筆者らの音楽記述法(計算機内部表現) melody について、次いで尺八譜への拡張について述べる。melody は、できるだけ音楽用語を用い、音楽の本質を表わせる記述法であること、奏法譜をはじめ多様な表現に拡張できること、他のデータ形式との(相互)変換が容易なこと、等を目指して、計算機言語 Prolog の上で定義したものである。ただし、あくまでも計算機の内部表現で、そのまま人間が扱うものではない。

2.1.1 音楽記述法 melody

洋楽(五線譜)に対応する音楽情報の記述を説明する。ただし尺八譜の記述に必要なものみに止める。その他は文献¹⁴⁾参照。

音(または音符)を、いくつかの属性の結合として表わす。音の属性とは、オクターブ、幹音名、変位記号、音価、音色、強弱などである。音高は p(オクターブ、幹音名、変位記号)のように一まとめにして示し、無音(休符)は r とする。音価は t(音価名、符点数)で示す。音高情報と音価情報などの音の属性は、同時に発生する情報なので、中置記法の関数子 ^ で結んで示し、これを同時結合と呼ぶ。基準のオクターブより2オクターブ上の Cisis の複符点4分音符を例に示す。

$p(2, c, [\#, \#])^t(4, 2)$

旋律は以上の音が時間的に連なるもので、これを継時結合と呼び、リストで表す。例を示す。

$[p(1, e, [])^t(4, 0),$
 $p(1, c, [])^t(8, 0), p(1, d, [])^t(8, 0),$
 $p(1, e, [])^t(8, 0), p(1, f, [])^t(8, 0),$

```
bar(/),
p(1, g, [])^t(2, 1), bar(/)]
```

なお、連符（連鎖）は、いくつかの音の継時結合（リスト）の全体に音価を与えて示す。

他に、拍子（beat(2/4) 等）、テンポ（bpm(4, 120) 等）、調性（key(p(0, c, []), dur) 等）、音色、強弱などがある。さらに、楽譜の構成上必要な、小節線（bar(/) 等）、繰り返し記号、終止線等も含む。

和音、多声音楽、拍のない音楽の記述については割愛する。

2.1.2 尺八譜への拡張

melody で音の属性と呼ぶものを特定の楽器の奏法で表わしたものが、奏法譜に相当する。使用する尺八の種類（管長）や流派の記述などを含めて尺八譜用に拡張した melody を s8-melody と呼ぶことにする。尺八譜は流派によって異なるが、ここでは都山流¹⁵⁾に準拠する。

日本音楽では拍節的でない音楽も多いが、ここでは拍の記述のある場合に限定するので、音価情報は元の melody と同じである。

音高の代わりに、尺八の技巧を含む指遣いの記述を用いる。乙音と甲音の区別はオクターブに、幹音の譜字は幹音名に、派生音を得る技巧は変位記号に対応させる。技巧のうち半音符は本来は譜字を小さく書くが、ここでは h を付けて代用し、メリは x, カリは k で各々代用する。なお乙/甲は、奏法譜ではそれが変化する場合のみ記述されるが、s8-melody ではいちいち記述する。

音価を示す拍子線が複数の音符に掛かる場合（連鎖）は、拍子線の掛かる全体に一つの音価を充てて、単音と区別する。

図3-3の一部（第4小節）を例に示す。この中で kan(0) は1尺8寸管を示し、基音（筒音）が半音高くなると引き数を1小さくする。

```
[title(さくら), rem(日本古謡),
kan(0), beat(4/4),
.....
s8(乙, ハ, [])^t(4, 0),
[s8(乙, ロ, [])^t(8, 0),
s8(乙, ハ, [])^t(8, 0)]^t(4, 0),
s8(乙, チ, [h])^t(4, 0),
r^t(4, 0),
bar(/), .....]
```

2.2 五線譜から尺八譜への変換

尺八譜を対象にした情報処理の例を紹介する。

現代の尺八合奏曲では五線譜で記譜されることも多く、演奏にあたり奏者自らがこれを奏法譜に変換せねばならない場合が多々ある。本システムはこれを支援するものである²⁾。現在、簡単な歌曲（唱歌など）程度のものに対して良い結果が得られている段階である。

五線譜データの melody を s8-melody に変換し、尺八譜を作成する。しかし、五線譜データから s8-melody への変換は単純には行なえない。

2.2.1 異指法同音高

音高と指遣いの対応は必ずしも一対一でなく、異指法同音高がある。今回扱った簡単な曲種においてもよく使われる異指法同音高は甲口と乙ヒで、本格的な曲ではより特殊なものも用いられ、そのうちのどれを選択するかは旋律中での前後関係などに依存すると思われる。ここでは甲口と乙ヒについて考察する。

指遣いの選択基準の一つに、運指の合理性が考えられる。これを単純にルールにして処理すると、専門家の記譜したものに対し、ある程度（7割程度）一致する結果が得られる。

この精度を上げるため、尺八曲の他、尺八独奏用に編曲された民謡¹⁶⁾や歌曲（唱歌等）¹⁶⁾など、約60曲を対象に、異指法同音高の使用例を調査した。その結果、同音高の連続する場合は甲口、前後とも乙音の場合のみ乙ヒ、それ以外は甲口が用いられ、さらにフレーズの切れ目など重要な音では前後に関わらず甲口、ただし甲口に続くその派生音は乙ヒ（乙ヒヒ）を用いる、などの規則を得た。ただしジャンルや想定する奏者の技量、編曲者の癖などによると考えられる偏りがある。

2.2.2 最適管選択

尺八は元来、五音音階の楽器であるから、半音階的旋律を演奏するには困難が生じる。また、演奏し易い調性とそうでないものがある。さらに、その高音域には制約が多い。一方尺八は、凡そ1尺2寸から3尺まで半音単位で基音の異なる管があり、あらゆる調への移調楽器と見なせる。それらの中から適当な管を選べば、演奏を容易にできる。そこで本システムでは、尺八譜作成の際に最適な管を選択するようにしている。

(1) 単純な方法

まず、技巧を含む指遣い毎に難易度（発音し難いものほど大きい値）を定義し、管の難易度はその管

で使われる指遣いの難易度の合計とする。これを管の順位とし、システムまたはユーザが管を選択する。(2) 調性を考慮した処理

民謡音階やそれに近い曲では上の方法で適当な管が容易に選定できるが、都節や一般の洋楽では必ずしも良い結果は得られない。

日本民謡を尺八独奏用に編曲したもの¹⁶⁾を調査した結果、核音に幹音を割り当てることが圧倒的に多いことがわかった。これから、西洋調性音楽では主音・属音・下属音に幹音を割り当てるのが類推される。五線譜(資料¹⁷⁾)などに対応する尺八譜¹⁸⁾とを比較し、これが妥当なことを確認した。ただし長調で下属音が派生音である例も少なくないのは、四七抜き音階の影響であろう。

以上から、主音・属音・下属音に幹音を優先的に割り当てることにした。ただしこれらに差のない場合、および調性情報の記述のない場合は、前述の難易度で選択する。

なお、本システムの最終目的である現代の音楽は必ずしも調性的ではないので、この処理の有効性には限界がある。強弱などに関する作曲家の要求を今後考慮する方法を検討する。

2.2.3 処理例

以上で得た尺八譜の例(一部)を図2-1に示す。

チ]	甲	ハハチレ	レ	4	都山流	F
ロ]		レ	4	4	春越	L
ロ]		レト	ロ]	乙		U
hレ]		チレ	レ]	レ]	一尺寸	E
-----		レ	レ]	レ]		Q
xツ]		hレレ	レ]	レ]		A
ロ]		-----	レ]	レ]		R
xツ]		チ]	レ]	レ]		T
hレ]		ロ]	レ]	レ]		M
xツ]		ロ]	レ]	レ]		o
-----		ロ]	レ]	レ]		r
ロ		ロ]	レ]	レ]		z
○		-----	レ]	レ]		a
ロ]	乙	レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
-----		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o
レ]		レ]	レ]	レ]		r
レ]		レ]	レ]	レ]		t
レ]		レ]	レ]	レ]		M
レ]		レ]	レ]	レ]		o

入力編集システムとからなっている。大量の画像を扱う必要がある尺八譜認識は処理能力の高いワークステーション上でを行い、オンライン認識が要求される尺八譜編集はパーソナルコンピュータにより行うこととした。これらの計算機は、イーサネットを介して接続しており、相互のデータ交換が可能である。

3.2 尺八譜認識

尺八譜認識システムでは、イメージスキャナで読み込んだ尺八譜画像から指遣いを示す譜字と音価を示す拍子線を認識する。和楽譜は一般の五線譜とは異なり、通常、手書き文字により記述されている。一般に手書き文字の自動認識は困難であるが、文字種が限られていること（片仮名とその変形及び数種類の平易な漢字）、及び同一譜内では文字の形状がほぼ安定していることから、簡単な手法でも比較的高認識率が達成できると予想できる。まず、第1段階として、パターンマッチングにより各記号の認識を試みた。認識は以下の手順で行う（図3-1）。

- (1) イメージスキャナで読み込んだ1枚分の楽譜画像に対して、垂直及び水平方向プロジェクションの自己相関を取り、小節の位置と大きさを算出し、小節の切り出しを行う。

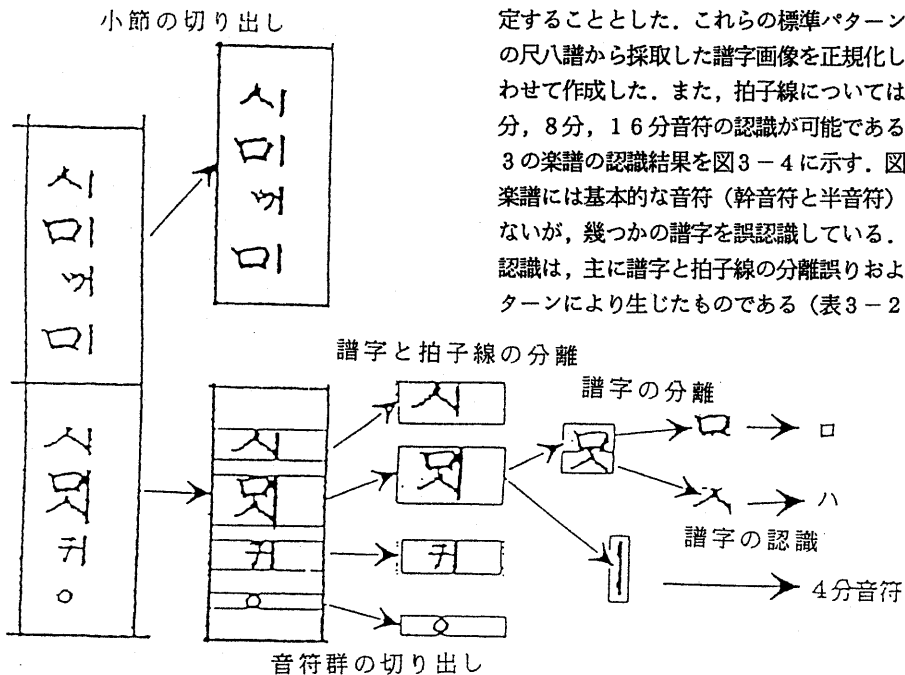


図3-1 尺八譜認識の流れ

- (2) 各小節について、水平方向プロジェクションを取り、複数の音符が結合した音符群を切り出す。
- (3) (2)により切り出された音符群について垂直方向プロジェクションを取り、拍子線がある場合には音符群から譜字と拍子線を切り分ける。この際、譜字と拍子線が僅かな接点で融合していることが有り得ることも考慮する。
- (4) (3)で得られた譜字の縦横比を調べ、複数の譜字からなると思われる場合はさらに水平方向プロジェクションを取り、譜字を切り分ける。
- (5) 切り出された譜字を正規化し、標準パターンとのマッチングで最大類似度のものを認識結果とする。拍子線については垂直プロジェクションを取り、ピークの数とピーク位置に設けた窓を垂直方向に走査し種類の判別を行う。

当初、図3-2に示した23種類の譜字の標準パターンを用意し認識を試みたが、メリ・カリ音や形状の類似した譜字間での誤認識が多く発生した。一方、尺八譜126曲¹⁶⁾について、幹音符のみについて出現頻度を数えたところ、表3-1のように出現頻度に大きな差があることが分かった。そこで、出現頻度の極端に少ない譜字は、後述の対話型編集システムで入力することとし、認識対象とする譜字をロ、ツ、レ、チ、ハ、ヒ、ヒ、タ、ルの9種類に限定することとした。これらの標準パターンは、実際の尺八譜から採取した譜字画像を正規化し、重ね合わせて作成した。また、拍子線については2分、4分、8分、16分音符の認識が可能である。図3-3の楽譜の認識結果を図3-4に示す。図3-2の楽譜には基本的な音符（幹音符と半音符）のみしかなく、幾つかの譜字を誤認識している。これら誤認識は、主に譜字と拍子線の分離誤りおよび類似パターンにより生じたものである（表3-2）。

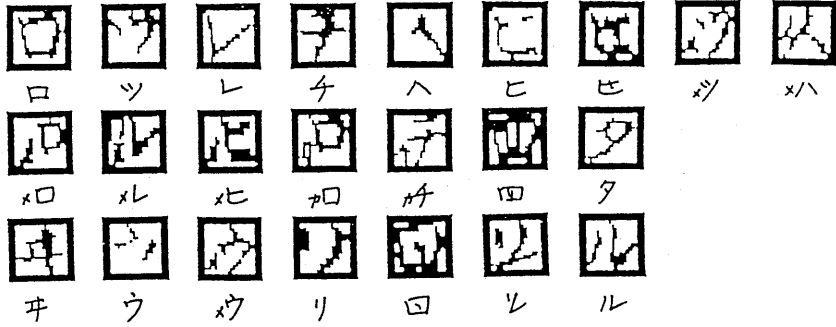


図3-2 標準パターン

表3-1 譜字の出現回数

譜字	出現回数
ハ	1419
レ	1244
ツ	1077
ロ	1009
チ	938
ヒ	140
ビ	64
タ	14
ル	10
カラ	3
リ	3
フラ	2
その他	0

表3-2 自動読み取りにおける誤認識例

認識対象	誤認識例	誤認識理由
ヒ	ヒ	標準パターンの類似。拍子線の切り出し誤り。 大きさの類似。
ロ	ヒ	
ハ	ヒ	標準パターンの類似。拍子線の切り出し誤り。 拍子線の切り出し誤り。
ハ	ル	
ハ	タ	標準パターンの類似。

/
 (RE, 2), (HA, 4), (HA, 2), (RO, 2), - /
 (HA, 4), (HA, 4), (RO, 2), - /
 (HA, 4), (RO, 4), (tu, 4), (RO, 4) /
 (HA, 2), {(RO, 8), (HA, 8)}, (ti, 4), (Rest, 4) /
 (RE, 4), (HI, 4), (RE, 4), (ti, 4) /
 (RE, 4), {(RE, 8), (tu, 8)}, (RO, 4), (Rest, 4) /
 (HA, 4), (RO, 4), (tu, 4), (RO, 4) /
 (HA, 4), {(RO, 8), (HA, 8)}, (ti, 4), - /
 (RE, 4), (tu, 4), (RE, 4), (ti, 4) /
 (RE, 4), (RE, 4), (Rest, 4), (RO, 4), - /
 (HA, 4), (HA, 4), (RO, 2), - /
 (HA, 4), (HA, 4), (RO, 2), - /
 (TU, 4), (RE, 4), (ti, 2) /
 {(RO, 8), (HA, 8)}, (ti, 4), (RE, 2) //

図3-4 認識結果

ハ	ツ	レ	4/4 拍	さ
チ	ハ	ハ	ハ	
ハ	ハ	ハ	ハ	く
ハ	ハ	ハ	ハ	
ハ	ハ	ハ	ハ	ら
ハ	ハ	ハ	ハ	
ハ	ハ	ハ	ハ	日本古謡
ハ	ハ	ハ	ハ	

図3-3 尺八譜例

3.3 対話型尺八譜編集

尺八譜編集には、近年入手可能となった入力表示一体型タブレットを利用する。ここでは読み取り誤りの修正、読み取り対象外の文字の追加を、普通の紙上での校正作業と同様の操作で可能とすることを目的としている。これにより、自動読み取り装置の

抱える一般的な問題である読み取り誤りに対する処置法の不備を解決し、また、計算機に慣れていない演奏家や作曲家などの使用者でも容易に利用できるように配慮する。尺八譜は元来手書きで作成されているため、その入力編集環境としても適している。

自由筆記の日本語のオンライン手書き文字認識では、文字の切り分けが難しい¹⁰⁾が、都山流尺八譜で

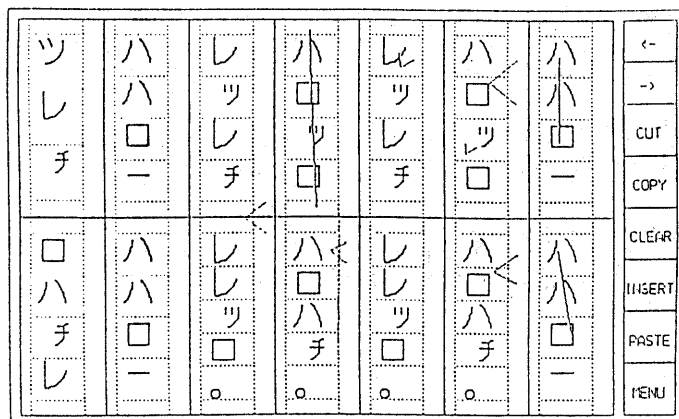


図3-5 編集システムのインタフェース

は、各音符は仮想的な枠内に筆記されていると仮定しても使用者に違和感を与えない。そのため、図3-5のような小節枠と譜字枠からなるインタフェースを採用した。タブレットから入力されたストロークデータは、冗長なサンプル点を圧縮したのち、音符データか編集用コマンドかを、枠との重なりにより判別する。

3.4 尺八譜入力・編集システムにおける今後の課題

尺八譜認識システムについては、第1段階として、プロジェクションによる記号の分離とパターンマッチングによる譜字と拍子線の認識を行った。比較的簡単な手法だけでも、譜字、拍子線については約90%の認識率を得ることができた。現在、誤認識対策として、譜字と拍子線の分離精度の向上および類似パターンに対する詳細分類について作業中である。対話型尺八譜編集システムについては、現在、編集用命令と譜字データの判別のみが可能で、譜字認識については作業中である。譜字用文字は、数種類の片仮名とその変形からなるため、比較的容易に認識可能と考えている。

[注・参考文献]

- 1) 志村哲: 尺八の演奏技法研究における情報処理, 音楽情報科学研究会第25回例会(1989.12.2), 音楽情報科学研究会会報 No. 28(1989.11).
- 2) 柴田, 坪井, 志村: 作・編曲における尺八文字譜の扱い, 情報処理学会第43回全国大会, 7C-2(1991.10).
- 3) 坪井, 曾布川, 志村: 邦楽器尺八のための伝統的文字譜作成支援システム, 情報処理学会第45回全国大会, 2N-3(1992.10.13).
- 4) 坪井邦明: 伝統音楽の情報処理におけるタブラチュアの利用, 音楽情報科学研究会第40回例会(1992.12.12), 音楽情報科学研究会会報 No. 46(1992.12).
- 5) T. Matsushima: Computerized Japanese traditional music processing system, Proceedings of International Computer Music Conference, pp.121-124, San Jose(1992).
- 6) 岩澤, 田中, 松島: 尺八楽譜の入力・編集システム, 情報処理学会第46回全国大会, 7Q-1(1993.3).
- 7) 志村哲: 楽器資料調査の方法と実際, 平成3年度科研報告書「尺八の基礎資料収集とデータベース構築の試案(代表:月溪恒子)」, pp.21-25(1992).
- 8) 志村哲: データベース構築の試案, 平成3年度科研報告書「尺八の基礎資料収集とデータベース構築の試案(代表:月溪恒子)」, pp.71-82(1992).
- 9) 志村哲: 竹の縁を三河にもとめて — 稲垣衣白氏所蔵古管尺八調査記, 季刊邦楽, 72号, 邦楽社, pp.78-80(1992).
- 10) 山口修: 民族音楽学とは何か, 民族音楽概論(藤井知昭他編), 東京書籍, pp.65-76(1992).
- 11) 徳丸吉彦: 民族音楽学, 放送大学教育振興会, p.25(1991).
- 12) 月溪恒子: 古典本曲の音楽的特徴, 古典本曲の集大成者 神如道の尺八(レコード解説書), テイチク株式会社, pp.104-120(1980).
- 13) 上参郷祐康: 三曲合奏における尺八の役割, 日本音楽とその周辺, pp.53-98, 音楽之友社(1973).
- 14) 坪井邦明: Prologによる工工四データベースの試み, 平成4年度科研報告書「沖繩古典音楽の伝統譜によるデータベースの構築(代表:大宮誠)」(1993.3).
- 15) 磯野茶山: 都山流尺八民謡集, 島田音楽出版(1981).
- 16) 鈴木帝山: 尺八の旅 — 日本の名曲 No.1~No.3, 大日本家庭音楽会(1986).
- 17) 堀内, 井上: 日本唱歌集, 岩波書店(1991).
- 18) 上野堅實: 尺八音楽のための楽典, 島田音楽出版(1986).
- 19) C. C. Tappert, C. Y. Suen and T. Wakahara: On-line handwriting recognition — A Survey, IEEE ICPR, pp.1123-1132(1988).