

DoublePad/Bass: 2つのPDAを用いた携帯楽器

寺田 努[†] 塚本昌彦[‡] 西尾章治郎[‡]

[†]大阪大学サイバーメディアセンターサイバーコミュニティ研究部門

[‡]大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻

[†]tsutomu@cmc.osaka-u.ac.jp [‡]{tuka, nishio}@ise.eng.osaka-u.ac.jp

近年のモバイルコンピューティング技術の発展により、ユーザは自分用のPDA(Personal Digital Assistant)を持ち歩くようになった。PDAの用途は多岐に渡り、特に今後は音楽を中心としたエンターテイメント利用の重要性が高まると予想される。しかし、現在の音楽アプリケーションは基本的に聴くだけのものが多く、演奏を楽しんだり周りの音楽に参加するといった能動的なものがほとんど存在していなかった。そこで、本研究ではPDAを用いて、場所を問わずに気軽に音楽演奏を楽しむためのモバイル楽器であるDoublePad/Bassを構築することを目的とする。DoublePad/Bassはタッチパネル式のPDAを2つ用いたシステムで、それぞれのPDAを左右の手の入力に割り当てることでエレクトリックベースの奏法を想定した入力方法を実現している。したがって、本物のベースを演奏できる人が場所を問わずにその腕前を披露できる。また、楽器初心者でもある程度の演奏ができるように簡易演奏モードを用意している。本システムを用いることでいつでもどこでも気軽に演奏でき、同じように演奏をしている人たちのコラボレーションも可能となる。

DoublePad/Bass: A Portable Musical Instrument Using Two PDAs

Tsutomu TERADA[†] Masahiko TSUKAMOTO[‡] Shojiro NISHIO[‡]

[†]Cybercommunity Division, Cybermedia Center, Osaka University

[‡]Dept. of Information Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University

As a result of advancement in mobile computing technologies, currently, it becomes common for users to carry a PDA (Personal Digital Assistant) with them wherever they go. PDAs can be used for various purposes, and applications for entertainment, especially those centering on music, are expected to gain more importance. However, currently most applications only allow users to listen to music and there are few applications that enable users to enjoy and participate in playing music. Therefore, the goal of our study is to construct the DoublePad/Bass as a mobile electronic musical instrument to enable users to enjoy playing music anywhere. The DoublePad/Bass is a musical instrument that uses two PDAs with a touch panel display. It realizes the input by allocating two PDAs for inputs at each hand like playing an electric bass. Thus, musicians who can play an electric bass can also play the DoublePad/Bass. Moreover, the system provides a simple playing mode for users who are not familiar with playing music to enable them to play music easily. Using this system, users can play music no matter where they are, by themselves or by collaborating with others.

1 はじめに

近年のモバイルコンピューティング技術の発展により、ユーザは携帯電話や携帯型ゲーム機など小型の携帯端末を持ち歩くようになった。特に最近ではSONY社のCLIEやHandspring社のVISOR、Compaq社のiPAQ、カシオ社のCASSIOPEIAなど、キーボードをもち、タッチパネル式の小型ディスプレイを備えたPDA(Personal Digital Assistant)が普及しており、これらの端末を屋外で利用する光景は一般的になっている。このようなPDAの普及に応じて、その用途も多岐に渡るようになってきた。従来、PDAはスケジュール管理やアドレス帳など、

主にシステム手帳の置き換えとして使われていたが、マルチメディア機能の搭載により、ゲーム・音楽鑑賞などの用途に用いられるようになった。今後は特にエンターテイメント系のアプリケーションの重要性が高まってくると考えられる[1]。このようなアプリケーションを音楽という分野で見た場合、音楽を「聴く」だけのものがほとんどであり、演奏を楽しむ・周りの音楽に参加するといったように、音楽を能動的に楽しむためのアプリケーションがほとんどないのが現状である。

一方、ゲームセンターなどのアミューズメント施設では、能動的に音楽を楽しむ音楽系ゲームが流行している。コナミの「ビートマニア」に始まった

この流行は、同社の「ダンスダンスレボリューション」「ギターフリークス」「ドラムマニア」「キーボードマニア」などの一連のゲームによって1つの大きなジャンルを築いた。これらのゲームは、ゲームマニアだけでなく、該当する楽器の演奏を得意とするミュージシャンをもゲームセンターに取り込むほどの流行を見せた。実際、ドラムマニアやキーボードマニアはそれぞれドラムやキーボードの演奏方法がほぼそのまま取り入れられており、得意とする楽器の腕前を一般に披露する機会を与えている。また、これらのゲームは複数人でのプレイが可能であり、音楽的なコラボレーション(セッション)の場を提供する役割をもっている。このように、能動的に音楽を楽しみ、人に演奏を披露し、さらに他人と音楽でコラボレーションしたいという要求は非常に高くなっているが、現状では限られた場所ではかこのような機会が与えられていない。

そこで、本研究ではユーザが携帯端末を用いていつでもどこでも音楽を楽しみ、音楽に参加できるようなモバイル楽器の実現を目的とする。本研究で構築したモバイル楽器であるDoublePad/Bassは、タッチパネル式のPDAを2個用いて両手入力により演奏を行なうソフトウェアである。エレクトリックベースの奏法を想定し、左手により音程を決め、右手により発音するようになっていたため、本物のベースを演奏できる人が場所を問わずに腕前を披露できる。また、ハンマリングやスライドといった演奏技術をタッチパネル上で実現する仕組みを提供し、練習により高度な演奏が行なえるようにした。さらに、楽器演奏の初心者でもある程度の演奏が行なえるように、簡易演奏モードを用意した。

以下、2章ではDoublePad/Bassの概要を説明し、3章では設計について述べる。4章でプロトタイプシステムの実装について述べ、最後に5章で本研究のまとめを行なう。

2 DoublePad/Bassの概要

一般に、楽器には両手を利用して演奏するものが多い。したがって、左右の手にそれぞれPDAを割り当て、対象とする楽器に似せたインタフェースを提供することで、仮想的にその楽器が実現できる。このように左右の手にタッチパネル式のPDAを割り当てたシステムをDoublePadと呼ぶ。本研究では、DoublePadの仕組みを用いてエレクトリックベースを再現したDoublePad/Bassを実現したが、同様のコンセプトでギター、ピアノ、マラカス、バイオリン、三味線、アコーディオンなどさまざまな楽器が実現できると考えられる。

DoublePad/Bassは以下の特徴をもつ。

1. 特別な機材を必要としない。

演奏を披露するために大きな楽器を持ち運ぶ必要がなく、普段持ち歩いているPDAがそのまま楽器になるため、いつでもどこでも気軽に演奏が楽しめる。

2. 演奏者の演奏が視覚的に理解できる。

一般に携帯端末による演奏を考えた場合、両手が1つの携帯端末に固定されてしまうため、ダイナミックな動きをするなど演奏により没入するための要素が少ない。これに対し、DoublePad/Bassでは左右の手にそれぞれのPDAが割り当てられているため、自由なアクションが行なえる。例えば実際のベースと同様のスタイルで演奏することで、見物人は演者が何を演奏しているのかが視覚的に理解できる。もちろんオリジナルなスタイルで演奏して自己を表現することも可能である。

3. 既得の演奏技術が適用できる。

実際にエレクトリックベースを演奏する場合、単に弦を押さえて音を出すだけでなく、ハンマリングオン、プリングオフ、チョーキングといった演奏技術を利用する。DoublePad/Bassでは、これらの演奏技術と同様の動作をPDA上で行なうことで、同じ演奏効果を得られるようにしている。この機能により、実際の楽器で習得した技術をもっている人はより高度な演奏が行なえるようになる。逆に、本システムを用いて習得した技術を実際の楽器に適用できる。

4. コラボレーションが容易。

散歩中や通勤中など場所や時間にかかわらず演奏ができるため、道端ですれ違う人や、たまたま周りにいる人などと気軽にセッションを行なえる。

3 システムの設計

本章ではDoublePad/Bassの設計について述べる。DoublePad/Bassは2つのPDAを連携動作させた楽器であるため、両手入力の方法・両PDA間の通信方式・発音の方法などの設計が重要になる。また、前章で述べたように、演奏技術の再現方式も検討課題となる。以下、それぞれの設計について詳しく説明する。

3.1 入力方式

DoublePad/Bassの画面を図1に示す。それぞれの画面は実際のエレクトリックベースを模して作成

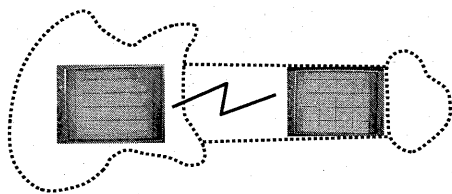


図 1: DoublePad/Bass の概要

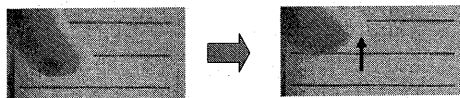


図 2: 指で弾く操作

されており、図1左に示す右手用の画面では4本の横線がそれぞれの弦を表している。音を鳴らすためには、図2に示すように、弦上を通過するように指を動かせばよい。弦上で指を静止させてそのまま離れた場合には、ミュート操作であると判断してその弦が発する音を止める。

図1右に示す左手用の画面では、横線がそれぞれの弦を表し、縦線が音程を分けるフレットを表している。実際のベースと同様に、フレットで区切られた弦上を押さえることによって音程が決定される。押さえていた指を浮かした場合、ミュート操作であると判断してその押さえていた弦が発する音を止める。PDAでは同時に1点の入力しか受け付けられないが、実際にベースを弾く場合、左手は複数の指が同時に違うフレットを押さえる場合が多く、演奏技術を再現する場合も複数点入力を前提とするものが多い。そこで、本研究では左手入力の際に擬似的に複数点入力を再現する仕組みを提供している。複数点入力の詳細については4章で述べる。

3.2 通信方式

前節で述べたように、DoublePad/Bassは左手側で音程を決定し、右手側で発音操作を行なう。そのため、両PDAはリアルタイムで連携動作させる必要がある。音を実際に発するPDAをどちらにするか、どちら側で左右の情報を統合するかによっていくつかの通信方式が考えられるが、DoublePad/Bassではそれらの通信方式を選択的に利用できるようにしている。DoublePad/Bassで利用可能な通信方式を表1に示す。

方式1と2はどちらかの情報を相手側に一方的に送りつけるシンプルな方法である。方式1では、左手の情報を絶えず右手に送り、右手が弦を弾く動作により右手側で音を発する。この方法は、右手の動

表 1: 両PDA間の通信方式

| 方式 | 発音 | 情報集約 |
|---------------|----|------|
| 方式1(左→右) | 右 | 右 |
| 方式2(右→左) | 左 | 左 |
| 方式3(右→左→右) | 右 | 左 |
| 方式4(右→左, 左→右) | 右 | 右 |

作に瞬間的に対応して発音できるため、音を出す操作から実際に発音されるまでの遅延はほとんどない。しかし、左手の情報を常に送りつづけているためにデータトラフィックが多くなり、また、通信に遅延が生じた場合に、意図した音程と異なる音程の音を発する可能性がある。方式2では、右手側の弾いた弦の情報を左手側に送信し、左手側で音を出す。この方法は、発音した後の押弦操作(スライドやハンマリングなど)に瞬時に反応できるという特徴があるが、通信に遅延が生じた場合には発音自体が遅れてしまうという致命的な問題を生じる。また、実際のエレクトリックベースでは、右手で弾くとその右手の部分が大きく振動して音を発するが、方式2では右手で弾いたものが左手側で鳴ってしまうため、違和感を生じる可能性がある。

方式3はその違和感を取り除くための方式で、右手で弾いた情報を左手側に送信し、さらに左手側はどの音を発するべきかという情報を右手側に返信する。こうすることで、右手で弾いた音を右側で鳴らすことができ、トラフィック量も抑えられるが、通信遅延は2倍になり、音が鳴っている間の左手の操作も無視される。方式4は方式3の操作に加えて、音が鳴っている間は左手側の押弦情報を常に右手側に送信する。したがって、音が鳴っている間も左手の情報は右手に伝えられる。各方式の処理の流れを図3に示す。

右手側の入力に関する情報はどの弦が弾かれたかという情報のみであり、発生頻度も音を発生させるときおよびミュートのときのみである。一方、左手側の情報はユーザが押さえた弦の位置を動かすたびに变化し、1つの音が鳴っている間にも頻繁に変化すると考えられる。また、座標データを送信するため1情報のデータ量も右手側に比べて大きくなる。したがって、トラフィック量を低く抑えたい場合は方式2または方式3が有効である。また、右側のPDAから音が出てほしい場合は方式1, 3, 4のいずれかを利用することになる。通信遅延が大きい場合、音の発生のレスポンスを重視する場合は方式1, 左手の操作のレスポンスを重視する場合は方式2が有効となる。細かな演奏技術を再現したい場合は方式1, 2, 4のいずれかを用いることになる。

このように、想定する環境や目的に応じて最適な通信方式は変化するため、DoublePad/Bassでは状

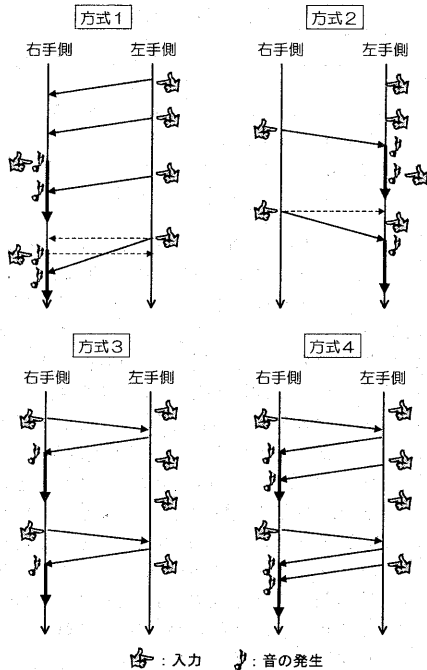


図 3: 各方式の処理の流れ

況に応じて通信方式を切り替えられるようにした。

3.3 演奏技術

エレクトリックベースでは、単純に音を出す以外にいくつかの演奏技術が頻繁に用いられる。本節では以下に示す演奏技術を取り上げ、DoublePad/Bassでサポートするための要求点を明らかにする。

- **ハンマリング・オン:** 1つのフレットを押さえて音を鳴らしている状態で、それより高い音のフレットに指をたたきつけることによって、右手の操作なしに音高を変化させる技術。
- **プリング・オフ:** 2つのフレットを押さえている状態から、一つの指を勢いよく離すことによって、右手の操作なしに音高を変化させる技術。
- **スライド:** 1つのフレットを押さえて音を鳴らしている状態で、左手を押さえたまま動かすこと、音高を変化させる技術。
- **ビブラート:** 1つのフレットを押さえて音を鳴らしている状態で、左手を小刻みに左右に動かすことで、音を揺らす技術。
- **チョーキング:** 1つのフレットを押さえて音を鳴らしている状態で、弦を上または下方向にずらすことで音高を変化させる技術。

表 2: 演奏技術の再現

| 演奏技術 | 複数点入力 | 音程変化 |
|--------|-------|------|
| ハンマリング | 必要 | 不要 |
| プリング | 必要 | 不要 |
| スライド | 不要 | 不要 |
| ビブラート | 不要 | 必要 |
| チョーキング | 不要 | 必要 |

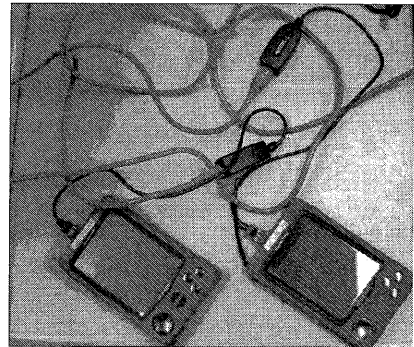


図 4: プロトタイプシステム

これらの技術を DoublePad/Bass で再現するためには、1) 複数点同時入力、2) リアルタイムでなめらかな音程変化の2つが重要となる。この2つの要求と演奏技術の関係を表2に示す。

3.4 簡易モード

DoublePad/Bassはベースの押弦を模しているため、実際のベースを弾かないユーザには演奏が難しい。そこで、いくつかの簡易演奏モードをサポートし、演奏初心者でもある程度の演奏を可能にする。簡易モードとしては、フレットに注積がつくモード、押さえっぱなしにしくなくても音程が固定されるモード、フレットを使わずに画面上に音階を表示してそれをクリックするモードなどが考えられる。

4 プロトタイプシステムの実装

以上に述べた DoublePad/Bass のプロトタイプシステムを実装した。プロトタイプシステム(LAN接続タイプ)を図4に、利用図を図5に示す。それぞれのPDAには、Microsoft社のWindowsCE3.0を搭載したPocketPC端末を用い、開発はWindows2000上でeMbedded Visual Tools3.0を用いて行なった。以下、実装の詳細について述べ、それぞれの項目についての考察を行なう。

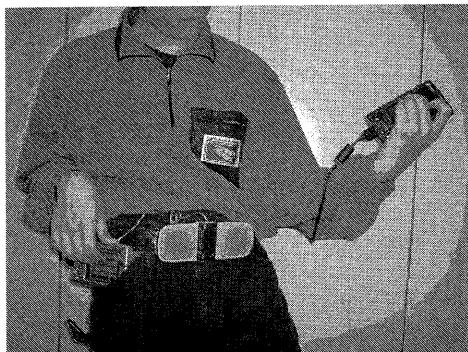


図 5: 利用状況

4.1 通信方式

両PDA間の通信にはシリアルケーブル、有線LAN、無線LANの3パターンを実装した。実際に使用してみたところ、有線LAN、無線LANではコマ数秒程度の遅延が発生して演奏に支障をきたしたが、シリアル通信ではほぼ遅延が無くスムーズに演奏できた。LANを用いた際に起きる遅延の理由は明らかになっていないが、コネクション型の通信を用いていることが一つの要因となっていると考えられる。通信部分の改良は今後の課題である。現状では遅延が大きいため、方式1または2を使わざるをえない。

4.2 音源

発音に用いる音源としては、WAV出力、ソフトMIDI出力、外部MIDI出力などが考えられる。外部MIDIを用いる場合、自由に音程や音色を調整できるため演奏技術を再現しやす。WAVを用いる場合、いくつかのサンプリング音を用意しておくことで音階を表現する。音程をなめらかに変化させることができないが、本体のみで音を出力できるというメリットがある。ソフトMIDIは外部機器を必要とせずになめらかな音程変化を実現できるが、大きくCPUパワーを消費する。

このように、それぞれの方法には利点/不利点が存在し、選択的に利用できるようにするのが望ましいが、現在PocketPCでMIDI音源を使う方法がないため、今回のプロトタイプシステムではWAV方式のみの実装となった。それぞれの音階に対して、アタックのある音とない音を個別に用意し、場合にに応じて使い分けるようにしてある。3.4節で述べたように、演奏技術を再現するためにはなめらかな音程変化が必要になるが、WAV方式ではなめらかに音程を変化させられないため、今回のプロトタイプシステムでは実現できていない演奏技術がある。

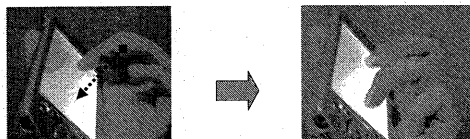


図 6: ハンマリング・オン

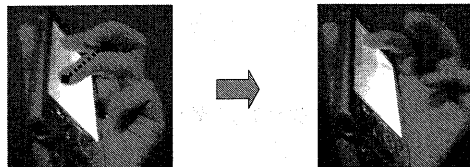


図 7: プリング・オフ

MIDI音源の利用およびWAV方式を用いたなめらかな音程変化に関しては今後の課題である。

4.3 演奏技術

前節に述べたように、プロトタイプシステムではなめらかな音程変化が実現できていないため、3.4節で述べた演奏技術のうち、プロトタイプシステムで実装できるのはハンマリング・オン、プリング・オフ、スライドの3つとなる。その入力方法を図6, 7, 8に示す。

これらの演奏技術の中にはPDA上での複数点入力を要求するものがあるが、一般にPDAは同時複数点入力を考慮していない。そこで本プロトタイプシステムでは、文献[3]に示されているように、PDAで複数点の入力が行なわれたときにはその中心座標が検出されるという特徴に基づき、DoublePad/Bass上での複数点入力を実現している。しかし、複数点入力は認識精度が完全ではないため、できれば使用しない方がよい。また、ハンマリングオンとスライドなどは検出された入力が紛らわしく、誤検出する可能性がある。そこで、DoublePad/Bassでは、複数点入力のON/OFFの他、各演奏技術のON/OFFもあらかじめ設定できるようにした。各種設定を行なう画面を図9に示す。

4.4 画面レイアウトとフレット移動方式

エレクトリックベースにおいて、左手は一般に20以上のフレットをカバーする。PDAでは1画面に表示できる情報が限られているため、何らかの方法で表示を切り替える必要がある。本プロトタイプではボタン操作により表示する位置を切り替えているが、この方法では演奏者にも視聴者にもどの位置をいま弾いているのかが伝わらない。フレット移動方式の改良は今後の課題であるが、以下のような方式が考えられる。

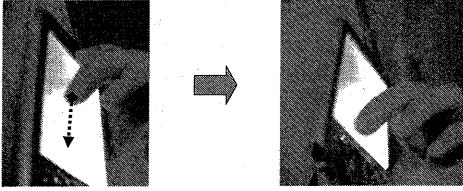


図 8: スライド

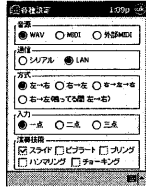


図 9: 設定画面

- ジョグダイヤルを利用する。ボタン操作よりは直感的に操作できるが、視覚的に伝わらないという問題は解決されない。
- レールなどの補助具を用いる。レールにトラックボールのような入力機器を備えておき、ユーザが左手を動かしたときに自動的にフレットも移動するようにする。この方式ではフレット移動のための入力操作が必要でなく、視覚的にも位置が把握できるという利点があるが、補助具を持ち歩くのは手軽な演奏という前提に反する。
- 位置取得デバイスを用いる。センサ等の入力機器を用いて、右手デバイスと左手デバイスの距離の差を取得する。この方式は視覚的に位置が把握でき、手軽さも失われれないという利点があるが、精度よく位置を検出できる位置取得デバイスを用意する必要があり、現在そのようなデバイスでWindowsCEで利用可能なものは存在していない。

また、現在のプロトタイプシステムでは、画面内に一度に表示するフレット数を4つとしている。4つ以下にすると、1画面内で押せない音名が存在してしまい、フレットのスクロールを利用する頻度が高くなってしまふ。また、1画面に表示するフレット数を多くしすぎるとフレットの間隔が狭まって演奏しづらくなる。適度なフレット間隔の設定および状況に応じたフレット間隔の変化の実現等は今後の課題である。

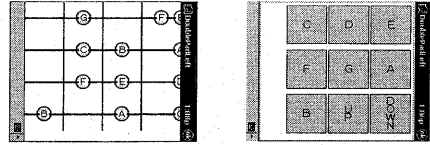


図 10: ガイドモードと簡易モード

4.5 補助モード, 簡易モード

補助モードとして弦上に音名ガイドをつけるモード、簡易モードとして音名をクリックして選択するモードを実装した。それぞれの画面を図10に示す。これらの入力方法より演奏が容易になると考えられるが、評価に関しては今後の課題である。

5 おわりに

本研究では、2つのPDAを用いて両手入力を行なうモバイル楽器であるDoublePad/Bassについて述べた。DoublePad/Bassは左右の手にそれぞれのPDAを割り当てて演奏するため、現実の楽器に似た奏法、パフォーマンスを実現している。本システムを用いることで、いつでもどこでも気軽に演奏でき、同じように演奏している人たちと気軽にコラボレーションできる。屋外で道行く人たちと即興演奏を行なう本システムのようなアプリケーションは、今後のモバイルアプリケーションの大きな柱となる可能性を秘めていると考えられる。

今後の課題については4章でいくつか述べているが、それ以外にも以下のような検討課題が存在する。

- 各入力方式におけるトラフィックや遅延の評価。
- 簡易モードの有効性の評価。
- 娯楽性の付加。
- 両手入力にさらに足などの補助入力の追加。

参考文献

- [1] 塚本昌彦, “モバイル・マルチメディアが変えるインタラクティブ音楽新世紀宣言, NTTコンピュータ音楽シンポジウムII(招待講演),” pp.3-9 (Mar. 2001).
- [2] 塚本昌彦, “PocketMusician: 両手入力による携帯型コード演奏システム,” 情報処理学会研究報告(音楽情報科学研究会 2001-MUS-40), Vol. 2001, No. 3, pp. 15-20 (May 2001).
- [3] 松下伸行, 綾塚祐二, 暦本純一, “Dual Touch: ペン型PDAのための新しい操作手法,” 日本ソフトウェア科学会 WISS'99, pp. 23-32 (Dec. 1999).