

からだで考えるためのシンボル化とことば化

Verbalizing and Symbolizing to Promote Embodied Thoughts

松原 正樹^{*1} 西山 武繁^{*2} 伊藤 貴一^{*2} 諏訪 正樹^{*3} 藤井 晴行^{*4}
 Masaki Matsubara Takeshige Nishiyama Takaichi Ito Masaki Suwa Haruyuki Fujii

^{*1} 慶應義塾大学 理工学研究科
 Graduate School of Science and Technology, Keio Univ.

^{*2} 慶應義塾大学 政策・メディア研究科
 Graduate School of Media and Government, Keio Univ.

^{*3} 慶應義塾大学 環境情報学部
 Faculty of Environment and Information Studies, Keio Univ.

^{*4} 東京工業大学 理工学研究科
 Graduate School of Science and Engineering,
 Tokyo Institute of Technology

How to promote embodied thoughts is a significant research issue in studies on acquisition of embodied expertise. This paper advocates that combined use of “verbalizing” and “symbolizing” promotes embodied meta-cognition. We discuss the functions and features of four supportive software tools we have developed so far, and provide some empirical findings in their use in several real domains.

1. はじめに

人は無限の可能性を秘めた生き物である。人間はより人間らしく生き活きと生きるために、芸を磨き、技を磨き、目標を達成することができる。このような暗黙的に行われる身体知の習得プロセスは如何にして行われるのか？それを推進するにはどのような方法論が有効か？

筆者らは、意識的に自らの身体で考えられるようになることが身体知の習得には欠かせないと考え、生活をより豊かにする上で有効であると考えている。また、その方法論としてことば化を用いた身体的メタ認知[諏訪 05, 09a]を提唱してきた。本論文はことば化だけでなくシンボル化も併用することが、メタ認知サイクルをより進化させる原動力になると主張するものである。以下、ことば化とシンボル化を取り入れた AI システムの実践例をもとに述べる。

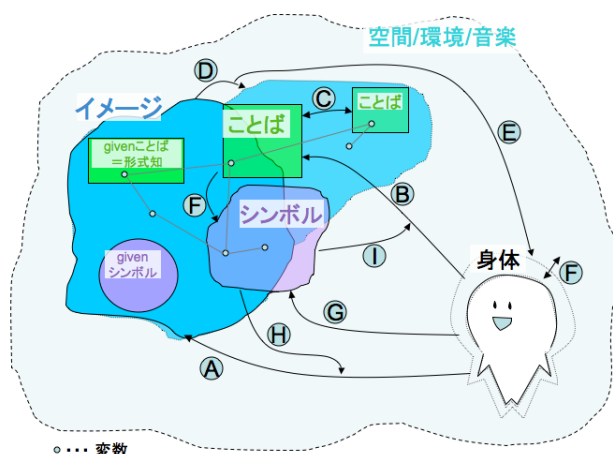


図1 身体+環境+イメージ+ことば+シンボルで考える

2. からだで考えるとは

2.1 身体と環境とイメージの関係性で考える

図1はからだで考えるときに注目すべき関係性を表した概念図である。人間によるあらゆる行為は身体単独で成立するものではない。身体は環境に存在し、環境との様々なインタラクションを通して行為が成立する(図1のF)。インタラクションは、身体の動きにより環境に働きかけること、環境中の何らかの着眼点(以下、変数と呼ぶ)を知覚・認識することからなる。そして知覚・認識したものからイメージ(必ずしもことば化やシンボル化されないことも含む内的表象全体)が形成される(図1のA)。通常、我々はほとんどのインタラクションを意識することができない。意識上で制御できるイメージは氷山の一角である。そのため、身体だけや環境だけの表面的なことについて意識を当てがちであるが、重要なことは意識下の暗黙的な領域にあることが多い。このことはあらゆる身体知を研究する上でも同様で、学習者の身体計測だけや学習環境作りだけでは解明できない部分が多いと我々は考える。

2.2 ことばがことばを生む—身体的メタ認知—

意識下にある暗黙的なことがらを如何に意識しながら身体で考えることができるか？その方法論として身体的メタ認知が挙げられる。身体的メタ認知とは、身体と環境の間で生起する事柄(図1のF)からなるイメージ(図1のA)を、言語化などの外的表象化によって(図1のB)意識上に持ち上げる行為である[諏訪 05]。それにより、以下に述べるように身体と環境のインタラクションそのものが進化する。

外的表象化の対象は、

- 身体運動(どのような行為で環境に働きかけているか)とその影響(環境がどのように変容しているか)
- 環境からの知覚(身体が環境中にどのような変数を知覚、認識しているか)
- 自己受容感覚(いわゆる“体感”である。身体運動の結果として体内にどのような感覚が生起しているか)である。

ここで我々が言う身体運動とは単に芸や技のような直接的に体を動かすようなスキルにとどまらず、歩く、座る、立つといった日常的な行動から、喋る、呼吸する、まで人間のあらゆる行為を

連絡先: 松原 正樹 (masaki@nak.ics.keio.ac.jp)

指している。また人間の体感、すなわち、味覚の豊かさ、聴く感覚の豊かさなど五感を通じた感性は、身体に深く根ざして成り立つものと考えている。

このような意識で身体をことば化すると何が起るのか？第一に、少量でもよいからことばにすることによって、「ことばがことばを生む」という現象が生じる(図 1 の C)。意識を外化することにより、外化する前には意図しなかったような連想／記憶喚起が起る。ことばを記録しておく、時期をまたいで外化されたことば相互に新たな関係性を見出すこともある。そのようにしてことばが次々に生まれる。

そして第二に、もともと存在することばと新たに生み出されたことばによって新たな変数と変数間の関係性を発見することができ、イメージが修正される(図 1 の D)。

さらに第三に、当初は意識していなかった新しい言葉が登場し始めると、その言葉を意識しながら身体と環境のインタラクションを再度見つめ直すことが可能になり、新たな体感が生まれてくる(図 1 の E)。これが「ことばが体感を進化させる」という効果である。

このように身体的メタ認知のサイクルが繰り返されるうちに進化が起り暗黙的な身体知を意識的に習得することができるのである。実際に身体的メタ認知は、野球[諏訪 09a]や剣道[諏訪 09b]といった技に関する分野の他、聴覚[松原 09a]などの感性の開拓に対しても有効性が示されている。

2.3 ことば化とシンボル化を用いた身体的メタ認知

しかしながら、自分で自らの身体を意識するのはなかなか難しく万人が身体的メタ認知を行える訳ではない。複雑な身体運動や、目に見えない感性を簡単には意識できないからである。そこで近年では身体的メタ認知を促進させるツールや仕組みの研究が行われることが多くなった。これまで我々が開発したツールの相違点を分析した結果、“分節化と俯瞰による意味付けのアフォード”が身体的メタ認知を促進するという考察に至った[松原 10]。本論文は、更なる考察の結果として、分節化によって生み出されたシンボルがメタ認知のサイクルをさらに進化させることを主張するものである。図 1 を用いて説明すると、システムによってことばや身体からシンボルが生成される(図 1 における F や G)ことによって、人間はシンボルに何らかの意味付けを行おうとする。この時あらたな変数の発見によってイメージが修正され(図 1 の H)、あらたなことばが生み出される(図 1 の I)のである。

つまりシンボル化によってシンボルとイメージとの相違点や共通点を容易に見いだせるようになり、それぞれの変数の意味付けがしやすくなる(ことば化)。そして、ことばからはみ出した部分、表現できた部分の差異を考えることによってさらにメタ認知サイクルが深まりイメージが修正され身体が進化するのである。

なぜことば化だけでは意味付けがしづらく、シンボル化も併用の方がよいのか。それは、ことば、シンボル、イメージの順に、次第に意味の曖昧性が増す(解釈自由性が増す)ことと深く関係している。曖昧性(解釈自由性)という観点で見れば、単にことばと言っても多岐にわたる。ことばの範疇の最たるものは数式であり、その意味は明確に定められている。逆にイメージはほとんどことば化しにくい内的表象である。シンボルはイメージとことばの間に位置するものだからこそ、ことばとイメージのインタフェースとして機能する。シンボル化を併用することにより、イメージという“いわば暗黙知の海”から、少しずつことばが生まれやすくなる。ことばが生まれればシンボル化も促進される。シンボル化も併用することの意味はそこにある。

3. 4 つのツールによる実例

本稿では、4 つのツール (ScoreIlluminator, MotionPrism, EARTH, 空間音響インターメディア) を使用した実践経験をもとに、シンボル化とことば化によって如何にからだで考えることが促進されるかに関する考察を示す。

3.1 ScoreIlluminator

ScoreIlluminator はオーケストラのスコアのパートの役割を、音符をもとに計算した類似度に基づき分節化を行い、色付けスコアを表示する Web インタフェースである。このツールの目的は、オーケストラなどの多声部楽曲を聴き分けるために用いる色付けスコアを半自動で生成し、ユーザのスコアや音楽の意味解釈に対する身体的メタ認知を促進させるものである。

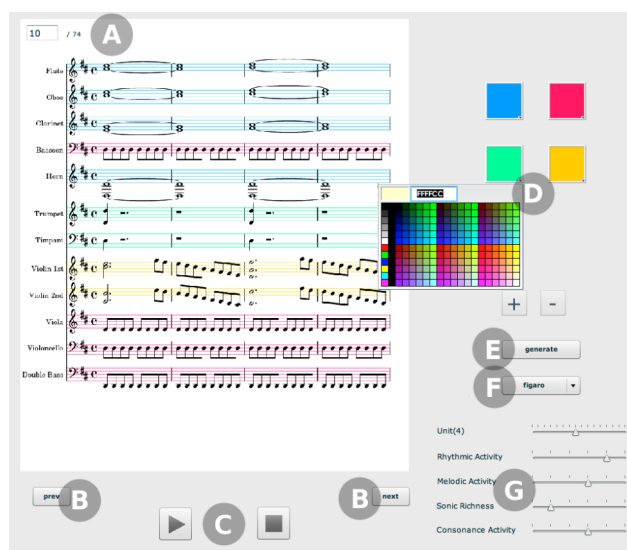


図 2 ScoreIlluminator のインタフェース

図 2 にインタフェースを示す。ユーザはシステムによって生成された色付き楽譜 (A) を見ながら再生ボタン (C) で音楽を聴くことができる。ページめくりボタン (B) を使うことで該当する箇所を楽譜を読むことができる。また + ボタン (D) によって色の数を変えたり、色を指定したり (D)、曲を変えたり (F) と様々な条件で楽譜を生成 (E) し表示させることができる。楽譜の自動色付けを行うためのクラスタリングの距離尺度として使用する 4 つのパラメータの重み付けをスライダー (G) によって変化させることができる。色付け楽譜生成アルゴリズムについては文献[松原 09b]を参照して頂きたい。

図 1 に置き換えて考えると音楽という環境の中に自分の身体があり、曲を聴いて描くイメージ(解釈)がある。そこには楽譜という所与のシンボルがあり、音楽的知識といった所与のことばも存在する。ScoreIlluminator が生成した色付き楽譜が新たなシンボルである。ユーザは自分自身の音楽に対する意味解釈(イメージ)と色付け楽譜(シンボル)を比較することで共通点や相違点を見だし、それぞれの色に意味付けを行おうとする(図 1 の H や I)。意味付けを何回か繰り返すうちに曲に対する理解度が深まり意味解釈が変化する(図 1 の D)。またシンボルを操作することによって気づくことばも変わってくる(図 1 の I)。例えば和声や音色などの音楽的な変数に気づき、曲のイメージが変わる。そしてその変化が身体に変化を起し、聴く能力を進化させる(図 1 の E)。

ScoreIlluminator が対象とするユーザは音楽家からそうでない人まで幅広い。それは ScoreIlluminator 自身が答えを示す訳ではないところにポイントがある。色付け楽譜のそれぞれの色が何の役割であるかをシステムは提示しない。しかしユーザがシンボルである色付け楽譜を見ることで、それぞれの色に役割を意味付けし普段意識することのない自分の聴き方を垣間見ることができる。このことはシステムから「メロディがこのパートで伴奏がこのパート」というように、ことばで教示されるのに比べ、イメージとの比較のしやすさの点で大きく違いがある。シンボルがイメージとことばのインタフェースになる所以である。

また色付け楽譜を見ながら実際の音楽を聴くことができる点や色付け楽譜の生成をユーザの操作によって変化させることができる点も重要である。身体に基づいた音楽の解釈(図 1 の A)や身体を用いたシンボル化(色付け楽譜生成)(図 1 の G)によってからだを意識して考えざるを得ないからである。

3.2 MotionPrism

MotionPrism は、モーションキャプチャシステムのデータを用いて身体運動を姿勢の類似度に基づいて分節化し、色で可視化するソフトウェアツールである(図 3)。ツールの目的は、アスリートの身体部位の動かし方や意識の変化に基づくフォームの変化をシンボル化し、その意味解釈に取り組ませることで、身体的メタ認知を促すことにある。機能について詳しくは文献を参照されたい[西山 08]。

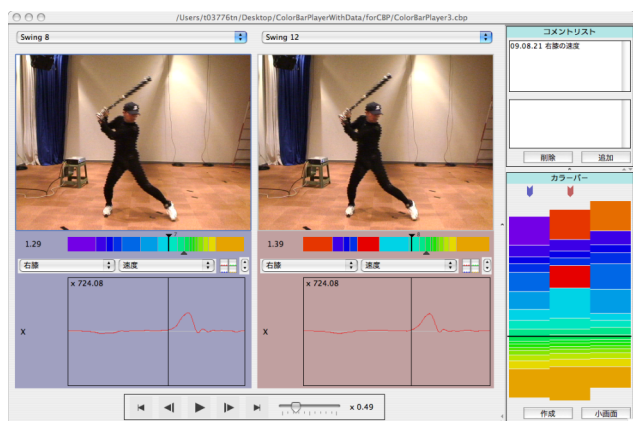


図 3 フォーム可視化ツール MotionPrism

MotionPrism の有する機能を以下に示す。

- 姿勢の類似度に基づく身体運動の分節化と色による可視化
- 計測時に撮影された 1 あるいは 2 試行分の映像の再生
- 映像が再生されている試行中の各マーカーの位置・速度・加速度情報の表示
- 映像及びデータの観察中の気づきを記録するメモ機能

様々な機能のなかでも、ユーザの身体的メタ認知を促進させる上で重要な役割を果たすのが、身体運動の分節化及び色による可視化である。可視化されたものをカラーバーと呼称する。カラーバーは、身体運動中の行為者の姿勢の変化を MotionPrism が姿勢の類似度に基づいて生成するシンボルである。従来のスポーツ科学などの研究領域において実施される運動計測は、身体運動という現象を可能な限り詳細に分析し、身体各部の振舞いを数値データ等として表すことに主眼がおかれている。つまり、計測の結果は最初からいわば“ことば”として扱われる。これに対して、MotionPrism は運動計測によって獲得したデータを敢えておおまかに分析した状態にとどめ、シンボルとして機能させることを意図している。MotionPrism が分節

化する身体運動は、本来連続的なものであり、「どこで区切ればよい」という正解は存在しない。したがって、カラーバーとして表現される分節化の結果は、何通りも考えられる身体運動の解釈のうちの 1 つにすぎない。この MotionPrism による解釈は、ユーザが自身の運動に対して抱くイメージ、あるいはことば化することと必ずしも完全に一致しない。このユーザと MotionPrism の解釈のずれが身体的メタ認知を促進するために重要な役割を果たす。カラーバーというシンボルの生成は図 1 における G にあたる。ユーザはそれまでメタ認知的思考の対象としなかった領域に意識を向ける機会を得る(I に該当)。その結果、意識の変化によってユーザは新たな体感を得て、新たなイメージやことばを得るのである(図 1 中の A や B に相当する)。

3.3 変数発見を促すツール EARTH

EARTHとは Externalize, Annotate, Relate, and Think の略称である。言葉を表出し、アノテーションをつけ、それらに関係づけ、それによって考えるツールである。この目的に特化して、グラフの作成はあくまで手動で行う。データマイニング的処理によりインプット情報から自動的に生成したものではない。ツールを使う本人が自分で考えて作らなければならない。ノードやリンクを生成するたびに、どんなノードなのか、どういう関係性を示すリンクなのかに関するアノテーションを書くことを奨励するツールである。ひとつひとつアノテーションをつけることで、そのノードやリンクに関して暗黙的な事柄が徐々に顕在化する。それが新たな変数発見や関係発見につながる。新たな変数を発見したらノードを生成し、新たな関係を発見したらリンクを生成する。そのようにして連鎖的に変数と関係を発見する。したがって、あのアノテーションをつけるという行為がこのツールにおける鍵である。

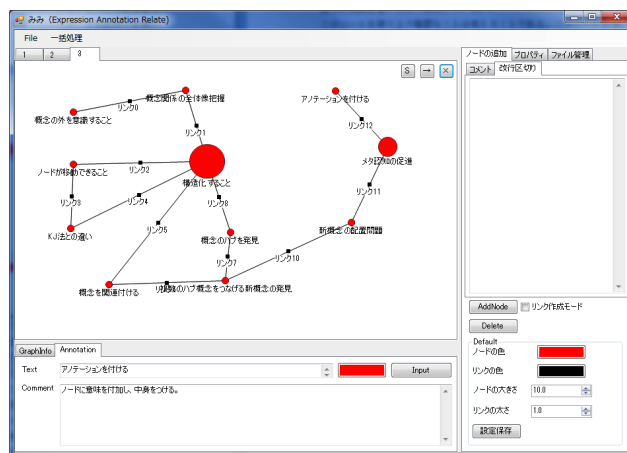


図 4 EARTH のインタフェース

また、手動で自由にノードが動かせるようにしてある。なにを近づけるべきか？遠ざけても大丈夫か？などと、配置を考えなければならない。配置を試行錯誤的に模索することが、現在考えていることの暗黙的な部分を表出し、構造化させることになる。このツールは、基本的に言葉の関係図を作るものなので、図 1 の B→C(身体から言葉を生みだし、言葉が言葉を生むプロセス)を主に促す。関係図全体がシンボルに相当する。単に言葉の関係だけでなく、配置も含む。関係図を作ること(シンボル化)が、いまだ表出されていない「関係図の外」を意識させる作用がある。ただ文章を書く以上に、新たな変数を発見し、取り込むきっかけになる。このように、考えていることを外化しシンボリックに可視化するプロセスを経ることで、考えが更新され、図 1 のイメージが深まる。

3.4 空間体験の豊穡化を促す空間音響インターメディア

空間(例えば庭園)を体験して感じていること(例えば「穏やかで癒しがある」「池の水面に張り出した松の木が面白い」など)を写真で表現し、更にメタ認知的にことば化する。言語表現された空間体験の構造を音楽的な構造に変換するインターメディア(基本構成は[藤井 06a, 06b]を参照のこと)により音楽を生成し、その音楽を聴きながら同じ景観を再体験すると、それまでは気に留めていなかった変数を獲得できるのではないかという仮説に基づく研究である(詳細は[諏訪 09c]を参照のこと)。

空間体験は、注目するオブジェクトとその関係からなると仮定し、被験者のメタ認知の言語構造をコーディングする。対象とする空間に存在するオブジェクトを予め列挙する(庭園では、池、石、樹、道、門、寺院建築など)。関係としては、遠近や上下の関係、強弱、大小、明暗の関係、囲む/囲まれるの関係などがある。

SD 法による音色とオブジェクトの評価と自己組織化マップを利用して、被験者ごとに、各オブジェクトに似た印象をもつ音色を割り当てておく。空間体験において被験者が注目したオブジェクトに対応する音色各々に関して、ト長調の基本旋律をランダムに生成する。注目オブジェクトが N 個あれば、曲は N 個の基本旋律から構成される。被験者がオブジェクト間に意識する関係を、該当する基本旋律の関係に写像することにより、語構造を音構造に変換する。例えば、オブジェクト1がオブジェクト2の上にある(上下関係)場合には、対応する基本旋律のピッチを制御し、オブジェクト1の音が常にオブジェクト2の音よりも高くなるよう両旋律を修正する。全ての関係を満たすように、該当する音色の旋律を修正することにより、ひとつの曲が生成される。曲は、Max/MSP プログラムにより自動生成できる仕組みである。

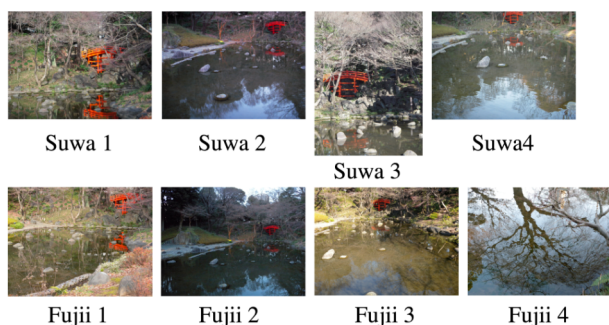


図5 写真に現れた空間再体験の変遷

2名で実験すると、同じ景観で相手が感じたことに基づき生成された曲も聴くことができる。更に、相手の音色と、自分が意識した関係とから生成された曲、自分の音色と相手が意識した関係とから生成された曲も聴くことができる。自分の曲だけでなく、相手の曲や、相手と自分の要素をブレンドした曲を聴くことによって、自分では気づかない変数に意識を向け、空間体験の豊穡化を促せる。小石川後樂園の或る池の景観で、著者の諏訪と藤井は、互いの曲を聴きながら再体験を3回繰り返す。様々な変数発見が促された。図5はその際に撮影した写真の変遷を示す。外化されることばも変化した。写真2は映像的に類似している。また写真4に関してことば化した内容は共通する点が多かった。互いに相手から変数をもらい、空間体験が変化した例である。

空間音響インターメディアが生成する音楽は空間体験の写実的な描写ではなくシンボル表現である。空間体験をことば化する行為は、図1ではBおよびCである。曲はそのことばを基に

生成されるため、本システムによる曲生成はFである。外化したことばは、メモ帳などに書いてあるならば、振り返る際には視覚対象になるが、曲は聴覚対象である。ことばとは違う知覚モードで振り返る対象であることがシンボルの存在意義である。

4. まとめ

本稿では4つのツールを事例に、シンボル化とことば化が如何にからだで考えることを促進するかを論じた。ことば化だけでなくシンボル化も併用することが、メタ認知的サイクル(図1)をより進化させる原動力になる。少し解釈が自由なシンボル(ことばよりも自由、しかしイメージ程暗黙的ではない)だからこそ、考えることを促すのであろう。またことばやシンボルには既知・所与のものと自分の身体やシステムによって生み出されるものがある。既知・所与のことばとは従来から認識されている形式知(もしくは常識)のことであり、既知・所与のシンボルとは楽譜や地図などの情報であろう。身体知習得のメカニズムとシステムが人間の認知プロセスに対して行える支援の内容について今後も検討を続ける。

謝辞

本研究の一部は、2009年度(財)日産科学振興財団特別研究課題「身体的感性に応じたデザインの基礎技術としてのメタ認知方法論の探究—言語化による身体知開拓の学習支援—」の助成による。

参考文献

- [諏訪 05] 諏訪正樹: 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, 人工知能学会誌, Vol.20, No.5, pp.525-532, 2005.
- [諏訪 09a] 諏訪正樹: 身体性としてのシンボル創発, 計測と制御, Vol.48 No.1, pp.76-82, 2009.
- [諏訪 09b] 諏訪正樹, 赤石智哉: 身体スキル探求というデザインの術, 日本認知科学会 2009年冬のシンポジウム, pp.11-21, 2009.
- [松原 09a] 松原正樹, 諏訪正樹: ScoreIlluminator: 「音楽を聴くスキル」の熟達支援ツール, 日本認知科学会第26回大会, No.P2-10, 2009.
- [松原 10] 松原正樹, 西山武繁, 伊藤貴一, 諏訪正樹: 身体的メタ認知を促進させるツールのデザイン, 身体知研究会, SIG-SKL-06-03, pp.15-22, 2010.
- [松原 09b] 松原正樹, 岡本紘幸, 佐野智久, 鈴木宏哉, 延澤志保, 斎藤博昭: ScoreIlluminator: スコア色付けによるオーケストラスコアリーディング支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.50 No.12, pp.2937-2948, 2009.
- [西山 08] 西山武繁, 諏訪正樹: 身体運動時の姿勢変化の分節化によるスキル熟達支援, 身体知研究会, SIG-SKL-01-03, pp.13-16, 2008.
- [藤井 06a] 藤井晴行, 古川聖, 清水泰博: 池泉回遊式庭園の体験と音楽体験との共通性と差異の音楽生成システム援用による比較, 日本建築学会第29回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.49-54
- [藤井 06b] 藤井晴行, 古川聖, 清水泰博: 象徴的空間の構成と音楽の構成との共通性と差異の計算機援用による研究方法論, 日本建築学会第29回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.203-206
- [諏訪 09c] 諏訪正樹, 藤井晴行: 空間体験を触発する空間音響インターメディアの試作, 情報処理学会音楽情報科学研究会, MUS-81-28, 2009.