音 楽 情 報 科 学 44－4
（２００２．２．１５）

蓮根（Performance Rendering Concours for Piano）について
－ System WG の活動を中心として－

片寄晴弘[†]　平賀瑠美[††]　平田圭二[‡]　野池賢二[‡‡]
[†]和歌山大システム工学部，科技団さきがけ 21「協調と制御」領域
[††]文教大学情報学部
[‡] NTT コミュニケーション科学研究所
[‡‡]東京農工大学電子情報工学専攻
[†] http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/~katayose/

要約
音楽や感性の領域におけるシステムの開発が進められているが，これらはチェスや将棋などとは異なり，客観的な形で優劣が決するものではない．しかしながら，情報処理に関する研究領域としてとらえる場合, なんらかの形で客観的であると同意を得る形での評価を実施する必要が有ると考える. 我々は, 演奏生成システムにおける評価法検討の一環として, 演奏システムのピアノコンクールの実施（蓮根プロジェクト）を推進している．本稿では，システムワーキンググループの活動として，１）評価の際，どのような事項に留意すべきか，２）その事項を満たすためのピアノコンクールの実施方式に関する検討を行い，３）今後の活動予定を紹介する．

On Performance Rendering Concours for Piano
－ System WG Activity －

Haruhiro KATAYOSE [†]　Rumi HIRAGA [††]　Keiji HIRATA [‡]　Kenji NOIKE [‡‡]
[†] Wakayama Univeisity，JST, PRESTO
[††] Bunkyo Univeisity
[‡] NTT
[‡‡] Tokyo University of Aagriculture and Technology

Abstract:
It is difficult to evaluate systems developed for Music or as Kansei Engineering systems. We, however, should evaluate them by the standards in which most of us find reasonable objectivity. “ RenCon: performance rendering concours for piano ” Project has been established in order to evaluate performance rendering systems. Especially focusing on RenCon System WG, this paper describes 1) what has to be considered for evaluation, 2) how to run adequate piano contests, and 3) future schedules.

１．はじめに

音楽聴取，音楽解釈，音楽作曲とは，どのような心の働きによるものだろうか？　この研究会の参加者なら，一度は思いを巡らした命題かもしれない．感性と科学の関連で音楽を考える取り組みは，古代ギリシャ時代から哲学の範疇で，音律論が議論されるなど，非常に歴史のある研究領域である．

計算機が発明されてからは，その力によって，音楽的なアクティビティを実現する研究が実施されてきた．人工知能に関連した取り組みである．最も早期のものとしては，1957年に，コンピュータによる自動作曲作品「イリアック組曲」がある[Hiller 1959]．また，1968年には，人工知能の研究者として有名なウィノグラッドが和声解析を行うシステムの発表を行っている[Winograd 1968]．1980年に入ると，感性情報処理，さらに，マルチメディアコンテンツとしての興味を伴う形で，作曲システム，表情付けシステムなどが作られるようになった[片寄 1999]．これらは感性領域でのタスクを実現する研究例として，出始めた当初には非常に大きな関心を集めた．一方，一旦，ブームが落ち着くと，システム評価を行なっていけばよいのか，また，どのような用件を満たせば，感性的であるといえるのか，といった大きな問題が意識されるようになってきた[片寄 1996] [平田 2001]．

計算機を使った演奏生成の評価に関しては，2000年からスタートした蓮根(performance RENdering CONcours for piano)プロジェクト [平賀 2001]において，演奏コンクールの具体的な実施にむけ，さまざまな観点から検討がなされている．蓮根プロジェクトにおいては，大きくわけて，“打ち込み”を含む計算機生成演奏のコンクールのあり方の検討，演奏生成システムのコンクールの実施準備に取り組んでいる．後者については，システムWGを組織し，比較のための枠組み（土俵）としての共通データスペックやAPI整備等の具体的な作業に取り組んでいる．本稿では，まずこれまでの経緯に触れ (第2章)，次に主にシステムWGの活動に焦点をあてて，評価の際どのような事項に留意すべきか (3.1節，3.2節)，その事項を満たすためにはどのようなコンクール方式をおこなうべきか (3.3節)を議論し，そして今後の活動予定を紹介する (第4章)．

２．音楽システムの評価とコンクールに向けて

音楽は，通常のサイエンスの領域として進められてる多くの研究領域とは異なり，本来的に絶対的な評価尺度持つものではない．当然，そのタスクを模したシステムのパフォーマンスについても定量的な評価を行うのは困難である．黎明期には，疑似的にしても感性的に振る舞う機械が実装れたという事実自体が取り上げられることが多かったが，情報処理システムにおける研究として捕え直した際には，評価を行うことが不可欠である．この問題が，日本で始めて公式の場で議論されたのは1996年のことである．平田の起案により，情報処理学会の全国大会のパネル討論会として，「コンピュータサイエンスとしての音楽情報処理」が企画され，計算機科学，音楽制作，音楽認知を代表する研究者によってディスカッションが行われた．その中で，片寄は「演奏は誰が上手？」と題して，情緒付け研究の現状（システム生成サンプル数事例）を紹介するとともに，この領域での課題を整理した．その時のポイントを以下に紹介する．

１）計算機の演奏生成例には人間の初心者の稚拙さとは異なった「不自然さ」がある．その大きな要因としてフレージングを代表とする構造理解がある．

２）演奏システムの評価法の一つとしては，人間の演奏家と同様にコンテストを開催することが考えられる．特定の楽曲へのチューニングを行えば，当然良い演奏[†]ができ，システムの評価とは言い難い．学習型[‡]で競い合うべきである．

[†]軽い気持ちで，“良い演奏”と発言して際，作曲家の莱より，「良い演奏，悪い演奏とはどんなものか？」と問われた．片寄の頭の中には「不自然さ」のレベルがあったが，より高いレベルで考えていく必要が有ることを痛感した．

[‡]情緒付けシステムの研究は1983年頃に開始された．1984年のICMC予稿集は，それぞれ，Sundberg, Clynesによる演奏生成に関する発表がなされた記念すべき号である．演奏ルールの抽出（学習）機構が初めて実装されたのは，おそらく1990年[片寄 1990] であろう．

1996年は，演奏システムのコンテストが議論される記念すべき年であったが，その後，数年は具体的な進展はなかった．2000年になって，FJK（情報処理学会フロンティア領域合同研究会）において，音楽情報科学研究会企画として，日本の演奏生成システムのデモ出展とパネルディスカッションが行われた[平賀 2000]．この際，ピアノコンクールを実施する機運が一気に高まり，同年，日産科学振興財団のワークショップの助成（代表：平賀）を受け，蓮根ワークショップ（2000年10月から一年間）がスタートする運びとなった．

３．システム WG の役割とタスク

蓮根ワークショップにおいては，演奏生成システムの開発者の他，作曲，音楽演奏，音楽学などそれぞれの領域を専門とする研究者が集まって活発な検討が行われた．その中には，ショパンコンクール，打ち込みコンテスト（楽器メーカー主導），ロボカップ，将棋-囲碁トーナメント，著作権などに関連する幅広い領域の現状報告（話題提供）も含まれ，筆者自身非常にエキサイティングな時間を送ることが出来た．会議では，対象とする楽曲の美学的な問題，コンクールの実施姿勢に対してまでも議論が白熱し，必要不可欠な検討事項である一方で，コンクールの実施，特にシステムの評価といった目的において，フィージビリティが問題視されるようになった．そのため，別途，システムに特化した評価事項の検討，比較のための共通のデータスペックやAPIを提供することを目的としたシステム WG を組織することになった．システムWG†では，システムを主体とする“蓮根”の企画・実施を推進し，最終的には，人間／システムの区別なく，理想的に配置されたコンクールに統合する予定である．

３．１　システム評価上の留意点

演奏生成における典型的な処理の流れを図1に示す．ステージ1では，実際の演奏のSMFや楽譜データを与えて分析や学習を行い，レンダリングに必要な情報を事例や規則として取り出す．人間の内省によって構成される場合も有る．ステージ2では，レンダリングすべき課題曲の情報を入力し，演奏データを出力する．マニュアルと書いてあるのは，人手によって処理に修正や補足を行うことを表す．特に，ステージ1や2の処理を行わず，ステージ3のマニュアルだけで出力を生成する場合を打ち込みと呼ぶ．本節ではこれより先の議論に先立ち，議論の主要な切り口となる，ドーピング，初見他，重要なタームについて共通の認識を与えることを試みる．

システムドーピング：

人間が細かく与えるアドホックな指示や表情付け．これが行われると，表現の向上が期待される．同時に，システム本来の能力を測れなくなる．マイナスイメージがつきまとう．例えば，コンクールの場で，音符毎に演奏ルール（音量，Onset，Offset タイミング)を与えるといった方法は，打ち込みに相当し，ドーピングにひっかかる．

情報漏洩と著作権抵触嫌疑：

対象曲が事前にわかる場合は，当該曲に対してのみ，よい結果が出るようなチューニングも可能である．事例データベースの場合，当該の演奏データを前もって入れておけば，極端な場合，名前の検索のみで，演奏データを生成することが可能となる．意図したものでなくても，このような状況は望ましくなく，なんらかの抽象化を行っていることを示す技術解説の提示が望まれる．

初見：

初めて見た楽譜を演奏すること．人間の場合，実時間で楽譜を認識し，演奏のための運動スケジューリングを行う能力を示す規準として使われる．学習型のシ

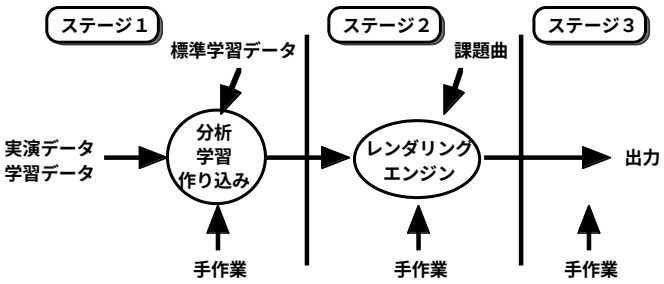

図１．演奏生成システムの処理の流れ概略

† 2001年12月より，科学技術振興事業団さきがけ研究２１「協調と制御」領域の支援を受けている．

ステムにおいては，汎化した表情付けの能力を測定するための規準として使用される．**ドーピング，情報漏洩嫌疑**を防ぐ方法一つとして，学習用セットなる演奏例と評価の対象となる楽曲を分ける（システムが初めて見る楽曲にする）という方法が有る．

初見にかかる時間：

初見にかかる時間とは，図１のステージ２及び３にかかる時間の和のことである．本来，システムが初見で演奏するという場合，リアルタイムで実行できるべきである．しかしながら，システムインタフェースや状況・構造の理解能力が脆弱な演奏システムの現状からは，なにがしかの人間の介入が不可欠である．人間が指示を行う時間は，恣意的なドーピングが行われない程度の「すぐ」であることが望ましい．ただし，前もっての学習やチューニングは時間無制限が適当であると考えている．また，メモリやディスク容量に関する制限も特に設けない．

３．２　評価の視点

本論文では，絶対的な評価尺度を持たない対象を扱っている．当然，主観評価が重要な検討項目となるが，情報処理システムとして見た場合には，必ずしも，主観評価だけでない視点が存在する．本節では，さまざまな評価の視点を上げ，最後に人による評価について論じる．

１）定量的評価の導入

学習型システムのパフォーマンスを測る一つのアイデアに，当該の演奏例を解析し，その上で，そのデータの再現し，その再現性を評価するという方法が有る．音楽演奏の場合，いくら他の部分が良くても肝心な所を外してしまうとダメだという見方も存在するが，一つの切り口になるだろう(図２参照)．また，楽曲の前半を学習例として用い，後半部分の人間の演奏とシステムの演奏を比較するという方法も考えられる．

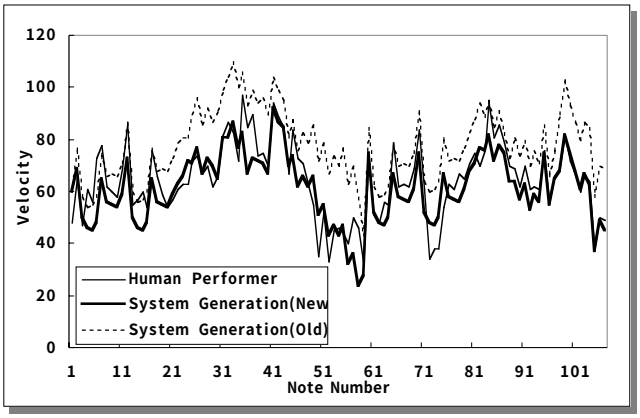

図２．再合成結果の比較（音量)[石川 2002］より

２）使用する実現手法の合理性と読者を納得させうる工夫

論文，口頭発表の中には，実験結果の提示に至る大分前の段階で，筋の良さを感じさせるものがある．大抵の場合，実験結果も素晴らしいが，結果の如何に拘わらず，高評価が与えられる．同様の問題意識が形成されているソサエティにおいては，提案された手法の合理性と工夫，問題解決の切り口に，ナイーブではあっても客観的な評価規準が形成されていることが有る．

３）有用性と波及効果

学術的なブレークスルーが少なくとも，有用性や波及効果が見込める研究（開発）には十分な評価が与えられるべきである．電子情報通信学会のシステム論文は，その点を考慮して発行されている．普及といった尺度のほかに，例えば，使用者の音楽解釈能力向上に役立つ構成，あるいは，セッションシステムへの適応性というような視点も評価の対象となりえる．

４）人による評価

人間による内観評価は不可欠である．人間による評価といっても，１）物理的な知覚をベースに近いもの，２）情緒領域では有るが多くの人が同系の判断を行うという点で客観性を見ることができるもの，３）個人によって判断規準の異なるものなど，さまざま性格を持ったものが存在する[片寄 1998]．芸術は必ずしも，一つの軸で評価されるのもではないが，どの規準を用いるかについては明確化しておくべきである．例えば，フィギュアスケートのように，技術点，芸術点を視点をわけ，それぞれの評価対象と規準を明文化する[Hara-URL]ことが求められよう．具体的には，ウィンナワルツの表現とか，レガート，アフタクトの表現などのエレメンツを上げ，順位点をつけるといった試みが想定される．その結果，人による評価といえども，高い安定性と一貫性が達成できるであろう．

人による評価のもう一つの視点として，脳の活動や生理指標を観測する方法がある．脳波や生理

指標の多くは，ノイズやアーチファクト，リアルタイム性などの問題のため，このようなタスクには困難であったが，最近利用可能になった光トポグラフィを利用した，内観との比較調査に着目している．

情報科学という観点では，とりわけ，客観的な規準を用意しておくことが重要である．学習性の優劣という点に目を向ければ，異なった二つの演奏スタイルの提示し，その学習の結果，どれだけスタイルを再現できるかを評価することで，かなり客観的な判定を行うことが期待できる．この方式であれば，ドーピングや不正情報漏洩の影響を排除しやすい．また，ドーピング，不正情報漏洩の問題を完全排除を方法としては，新規に初見用の楽曲を作曲することも求められる．

３．３　システム WG のタスク

システムＷＧの重要なタスクの一つは，表情付けシステムの評価，比較を行うための共通の土俵として，インタフェースの共通化をはかり，楽曲データ集（蓮根キット）の提供を行うことである．基本的な考え方としては，以下の**楽譜情報ファイル**，**構造情報ファイル**，**演奏ファイル**を用意する予定である．

楽譜情報ファイル

・楽譜に記述されている情報はすべて記載する．

・可搬性を考え，XML ベースのデータ形式を採用する．

・音符情報に限らず，楽譜上に記載されている情報すべてを記述する．

・初期段階では，構造情報のアノテーションを行う．

構造情報ファイル

・楽譜に記述されていない情報（解釈後の構造情報）を記載する．

・可搬性を考え，XML ベースのデータ形式を採用する．

演奏ファイル

・当面は，SMF を規準し，将来的には音響信号も対象とする．

・楽譜情報ファイル，構造情報ファイルの情報に矛盾しない形での演奏をピアニストに依頼して作成する†．

・ペダル情報(種類，踏度)，ノートオフヴェロシティなど，可能な限り多くの情報を収録する．

４．今後のスケジュール

蓮根システム部門のゴールとしては，3 章で指摘したような問題をクリアした上で，打ち込み部門，システム部門と同じ土俵上で勝負することを目指している．しかし，現状のシステムは，まだまだそのレベルに達しているとはいえない．コンクールを実施するにしても，当面は，システムドーピングは不可欠であり，その適切さを評価するようにしたい．徐々に枠組みを整え，システムのブラッシュアップを促すことを考えている．エントリーする研究グループを増やすことも重要な計画として位置づけている．

１）同じジャンルの楽曲を対象とした聞き比べ，２）蓮根キットの用意に基づく環境の共通化，３）システムドーピング，情報漏洩の起こらない形での実施，を進め，それぞれの段階におけるコンクール実施や評価規準に関する課題を検討し，次のコンクールに反映させていきたいと思っている．以下に今後の予定を示す．

2002/07/06: ICAD(Internarional Conference on Auditory Display)サテライト International 1st. 蓮根@ ATR

URL http://www.mic.atr.co.jp/icad2002/page/cfp.html

ペーパーセッション，システムによる演奏生成聞き比べ，システムによる生成（Chopin Walzer preferred)聴き比べ．

2002/10　: FIT 2nd. 蓮根

Chopin Walzer preferred, 打ち込み部門, システム部門聴き比べ．審査なし．パネル討論．

2003/08　: IJCAI workshop 本蓮根

ペーパーセッション，蓮根キットによるコンクール＜同じ素材に対して＞

2004/09　: PRESTO シンポジウム，スペシャルセッション本蓮根

ペーパーセッション，蓮根キットによるコンクール＜異なった演奏スタイルの引き分け評価を含む＞

(to be continued....)

５．まとめ

本稿では，システム WG の活動に焦点をあて，

---

†正しい解釈は唯一のものではない．但し，一つの楽曲中の構造理解の仕方はその楽曲を通じ首尾一貫していて，演奏表現を行う際にもその事項を留意しておく必要が有る．

１）評価の際，どのような事項に留意すべきか，２）その事項を満たすためにはどのようなコンクール方式を行うべきかについて論じ，３）今後の活動予定を紹介してきた．今後は，コンクール実施しつつ，評価という問題をさらに探ってゆきたいと思っている．エントリーが増えることを期待している．蓮根に関する一般的な解説については，[平賀 2002]をご覧頂きたい．このプロジェクトは進行中である．最新の情報については以下のURLをご覧頂きたい．
http://shouchan.ei.tuat.ac.jp/~rencon/

参考文献

[Winograd 1968] Winograd, T.: Linguistics and the computer analysis of tonal harmony. Journal of Music Theory, Vol.12, No.1, pp.2-49 (1968).

[Arcos 1997] J. L. Arcos, R. L. Mantaras, X. Serra: Saxex: A Case- based Reasoning System for Generationg Expressive Musical Performance, Proc of ICMC, pp329-336 (1997)

[Bresin 1992] R. Bresin, G. De Poli, A. Vidolin: Symbolic and subsymbolic rules system for real time score performance, Proc . ICMC, pp211-218 (1992)

[Hara-URL]http://www2.biglobe.ne.jp/~yhara/kansenguide.html

[平賀 1998] 平賀瑠美: 演奏の表情付け, コンピュータと音楽の世界 , bit 別冊 , 共立出版 , pp270-282 (1998)

[平賀 2000] 平賀瑠美，片寄晴弘，小池宏幸，鈴木泰山，野池賢二，星芝貴行: 自動演奏生成2000－デモンストレーションとパネル，MUS-35 (2000).

[平賀 2001] 平賀，堀内，村尾: 蓮根：演奏生成システムのピアノコンクール実施推進のためのワークショップ－報告とパネルディスカッション, 音楽情報科学 , MUS-41, pp.37-42 (2001)

[平賀 2002] 平賀，平田，片寄: 蓮根，目指せ世界一のピアニスト，情報処理２月号

[Hiller 1959] Hiller, L. et al.: Experimental Music, McGraw-Hill, 1959.

[平田 2001] 平田圭二，後藤真孝: 音楽システムを考える，音楽情報科学 , MUS-40, pp.47-54 (2001)

[Ishikawa 2000] O. Ishikawa, Y. Aono, H. Katayose and S. Inokuchi : Extraction of Musical Performance Rules using a Modified Algorithm of Multiple Regression Analysis, Proc.ICMC, pp.348-351 (2000)

[石川 2002］石川，片寄，井口：重回帰分析のイタレーションによる演奏ルールの抽 出と解析，情報処理学会論文誌２月号

[片寄 1996] 片寄 晴弘, 後藤 真孝, 堀内 靖雄, 松島 俊明 , 村尾 忠廣 , 志村 哲 , 莱 孝之 , 平田 圭二: パネル討論会「コンピュータサイエンスとしての音楽情報処理」の報告 (第 52 回全国大会シンポジウム), MUS-15, pp.91-98 (1996)

[片寄 1998] 片寄，平井，金森，高安，井口：ダンスにおける意図伝達の物理的・心理的計測 , 信学技報 HIP98-27 pp.39-46 (1998)

[片寄 1999] マルチメディア情報学４巻，文字と音の情報処理，「音楽情報処理」，岩波書店，pp. 163-236 (1999)

[L&J 1983] Lerdahl and Jackendoff : A Gnerative Theory of Tonal Music. MIT Press (1983)

[Meyer 1956] Meyer, L. B. : Emotion and Meaning of music, University of Chicago Press (1956)

[村尾 1998] 村尾忠廣： 聴取から理解へ:音楽分析・理解・記憶 , コンピュータと音楽の世界 , bit 別冊 , 共立出版 , pp270-282 (1998)

[Narmour 1990] E. Narmour : The analysis and Cognition of Basic Melodic Structure. University of Chicago Press (1990)

[小田 1995] 小田 , 白川 , 村上 , 梶川 , 野村：演奏者情報を加味したピアノの自動演奏システムの構築～ニューラルネットワークによる局所部分に於ける演奏特徴の抽出～, 情報処理学会研究報告, 95-MUS-10 pp7-12 (1995)

[Schenker 1932] Schenker, H. : Fuenf Urlinie-Tafeln, Universal Edition (1932)

[鈴木 2000] 鈴木泰山 , 徳永健伸 , 田中穂積： 事例に基づく演奏表情の生成 , 情報処理学会論文誌 , Vol.41, No.4, pp.1134-1145 (2000).

[Takeuchi 1994] 竹内好宏: 認知的視点による演奏解釈の研究 , 兵庫教育大学修士論文 (1994)

[Uwabu 1997] Y. Uwabu, H. Katayose and S. Inokuchi : A Structural Analysis Tool for Expressive Performance, Proc. ICMC., pp.121-124 (1997)

[Widmer 1996] G. Widmer: Learning Expressive Performance: The Structure-Level Approach, Journal of New Music Research, vol.25, pp179-205 (1996)