

Title	Creativity Mining : ポスト知識社会のための創造活動支援
Author(s)	西本, 一志
Citation	情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, 2012-HCI-149(1): 1-8
Issue Date	2012-07-12
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/10883">http://hdl.handle.net/10119/10883</a>
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 西本一志, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, 2012-HCI-149(1), 2012, 1-8. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

# Creativity Mining : ポスト知識社会のための創造活動支援

西本 一志<sup>†</sup>

本稿では、ポスト知識社会を見据えた、Creativity Mining という新しい創造活動支援のあり方を議論する。我々のような一般人がなにがしかの新奇なモノを創り出すことは容易ではない。しかしながら、それは我々が非創造的であるということの意味しない。我々は皆、潜在的に創造性を有している。ただ、持てる潜在的創造力を思い通りに発揮することができないか、あるいは潜在的な創造力の存在に気づいていないだけであると私は考える。すなわち、我々の多くは「非創造的」なのではなく「未創造的」であると言えよう。来るべきポスト知識社会としての「創造性社会 (Creative Society)」を確立するために必要となる創造的人材を大幅に増員するためには、未創造的な人々の裡に深く埋もれたままの創造性を見だし、その発揮を支援するための新たな技術の実現が不可欠である。すでに創造性支援技術が広く研究開発されているが、これらの技術は基本的に「既創造的」な人々を主たる支援対象としており、未創造的な人々には適用し難い。Creativity Mining 技術は、未創造的な人々を支援対象とし、これらの人々が有する潜在的創造性を発見・発掘することを支援する。本稿では、筆者らの研究室でこれまでに開発された3つのシステムを事例として取り上げ、これらの事例がどのように Creativity Mining システムとして機能するかを論じ、Creativity Mining 技術の要件について検討する。

## Creativity Mining: A Supporting Technology of Creative Activities for a Post-Knowledge Society

KAZUSHI NISHIMOTO<sup>†</sup>

This paper proposes a novel concept called “Creativity Mining” for Post-Knowledge Society. Even though it is quite difficult for general people to create novel things, that does not mean that we are not creative. We all potentially have creativity. We simply cannot manifest our potential creativity at will or are unaware of its existence. In this sense, perhaps we are not uncreative but not-yet-creative. To increase creative human resources to establish the coming “Creative Society” as a Post-Knowledge Society, we require new technologies for finding the buried creativity deep within not-yet-creative people and for supporting its manifestation. Although creativity support technologies have been widely studied, they have supported the creative activities of already creative people. They are not useful for supporting not-yet-creative people. In contrast, creativity mining technology supports not-yet-creative people to find and confirm their potential creativity. This paper illustrates three example systems developed at the author’s laboratory and discusses how they work as creativity mining systems and their requisites.

### 1. はじめに

「創造的たること (Being creative)」は、一般に容易ではない。新奇な製品を創りだしたり、感動的な音楽を演奏したりすることは、多くの人々にとって非常に難しいことである。しかしながら、これは我々のような一般的な人々が「非創造的」であることを意味するものではない。人は誰しも、潜在的に創造性を持っており、非創造的な人は存在しないというのが私の信念である。問題は、我々の多くが潜在的創造力を思い通りに発揮できないこと、あるいは場合によっては我々自身がしばしば自らが有する潜在的創造力の存在にそもそも気づいていないことにある。すなわち、我々の多くは「非創造的 (uncreative)」なのではなく、「未創造的 (not-yet-creative)」なのであると私は考えている。しかしながらこの結果、創造性はごく一部の「天賦の才を持つ人々 (gifted people)」のものであると誤って認識されてしまい、この誤認がさらに多くの未創造的な人々をして

自分たちは非創造的であると思い込ませてしまう負のスパイラルを招いていると思われる。これは非常に憂慮すべき状況である。

20 世紀の終盤、資本主義の時代は知識社会に移行した[1]。そして現在、知識社会はさらに創造性社会 (the Creative Society) に移行しつつあるといわれる[2][3]。知識社会において最も重要な資源が知識であったのに対し、創造性社会におけるそれは「創造力」である。この創造性社会において生き残り、国家や企業の競争力を高めるためには、創造的人材を大幅に増員することが急務である。しかしながら、現在において現実に創造的な活動に従事できているのは、ほんの一握りの「いわゆる創造的な人材」に限られている。このような少数の選ばれた創造的人材のみに依存している現状を打開し、創造的人材をドラスティックに増員するための、効果的な手段が求められている。

今のところ、創造的人材を産み出し、増やすための一般的な手段は、創造性教育である。これは、特に子供達の創造性を育成するためには必要かつ効果的な手段であると言える。しかし、効果的ではあるものの、必ずしも効率的な手段ではない。その理由は2つある。第1に、創造性教育

<sup>†</sup> 北陸先端科学技術大学院大学ライフスタイルデザイン研究センター  
Research Center for Innovative Lifestyle Design, Japan Advanced Institute of  
Science and Technology

は、現実には多くの非創造的なタスクに関する教育を含む事があげられる。この非創造的タスクの存在が、被教育者が本来有する創造性を隠蔽してしまう可能性があり、被教育者の創造力をなかなか適切に評価できなくしている。第2に、創造性教育には、非常に長い時間を要することがあげられる。このため、あるドメインに関して被教育者が十分な創造的才能を有するかどうかを判断できるまでも長い時間がかかる。最悪の場合、長期間にわたる膨大な努力の末に、ある被教育者には対象ドメインに関する十分な創造的才能が無く、適切な人材ではないことが明らかになるような、きわめて不幸な事態が生じることもあるだろう。

上記のような問題を解決し、創造性教育や訓練の開始に先立って、埋もれた潜在的創造性の存在を素早く見いだすことを可能とする、新たな技術が“Creativity Mining”である。Creativity Mining は、創造的タスクに含まれる非創造的側面によって隠蔽されてしまっていたり、そもそも本人がその存在に気づいていなかったりする、隠れた創造性を引き出すことを可能とする。これにより、創造性社会の確立に必要な創造的人材をより効率的に増員することを目指す。

以下本稿では、第2章において創造性支援技術について概観し、創造性支援技術と Creativity Mining 技術の違いについて議論する。第3章では、筆者らの研究室でこれまでに研究開発した3つの音楽演奏にかかわるシステムを取り上げ、それらがどのように Creativity Mining システムとして機能するかを示す。第4章では、前章で示した事例に基づき、Creativity Mining の必要性和将来性について検討する。第5章はまとめである。

## 2. 関連研究：創造性支援との差異

創造性支援技術に関する研究は、長年にわたって多数実施されてきた。創造性支援技術研究は、およそ以下の3つのアプローチで実施されてきた。

第1のアプローチは、既存のいわゆる「発想法」を計算機上に実装するアプローチであり、ブレインストーミング[4]やKJ法[5]などがしばしばその対象とされてきた。これらの発想法や、それを実装した発想支援システム（たとえば[6]や[7]など）は、未創造的な人々にも使用可能ではあるものの、必ずしも万人が活用できるものではない。多くの発想法やシステムは、その使い手を選ぶ傾向があり、ある種の資質を求めるからである。

第2のアプローチは、内省（reflection）を促すために、思考の外在化を支援するアプローチである。一般人には、最終的な完成形の創造的イメージを、自分の脳内だけで創り出すことはできない。紙や鉛筆のような、なんらかの認知的人工物[8]を必要とする。認知的人工物を用いてスケッチや文章断片として一時的なイメージを外在化し、その外在化されたものを客観的に観察したり修正したりすることを通じて、徐々に見えざるゴールに向かって進展していく

のが、創造的思考活動の常道である。このような過程は、reflection-in/on-action と呼ばれる[9]。内的イメージを外在化することや、外在化されたイメージを再構成することを支援するツールが多数開発されている（たとえば[10]や[11]）。しかしながら、未創造的な人々は、そもそも内的イメージを外在化するスキルを持っていないことが多いので（たとえば筆者はスケッチを描くことができない）、こういったツールはやはり利用することが困難である。

第3のアプローチは、創造活動のプロフェッショナルに代表される「既創造的（already-creative）」な人々の創造活動を分析し、それに学ぶアプローチである（たとえば[12]や[13]）。分析結果から得られた示唆に基づき、プロフェッショナルのための支援ツールが研究開発されている（たとえば[14]）。しかしながら、これらのツールは当然のこととしてユーザが専門的知識とスキルを保有していることを前提としているので、やはり未創造的な人々には利用困難である。

このように、創造性支援技術が既創造的な人々を支援対象としているのに対し、Creativity Mining は未創造的な人々を支援対象としている。従来の創造性支援技術は、一見 Creativity Mining と類似しているように思われるかもしれないが、実際には本質的に異なるものである。

## 3. Creativity Mining の3つの事例

本章では、著者らがこれまでに研究開発してきた、音楽演奏における Creativity Mining システムとして機能する3つの事例を紹介する。

### 3.1 Coloring-in Piano

最初の事例は、Coloring-in Piano と名付けられた、再現演奏のための楽器である。たとえばショパンのピアノ曲のような、大半のクラシック音楽は再現演奏型の楽曲に属する。この種の楽曲を演奏する際には、奏者は楽譜に指定された音列を完璧に再現しなければならない。奏者の意向でたった1つの音を他の音に変更することすら許されない。奏者には演奏する音の選択に関する自由度は一切与えられていないので、与えられた音列の再現に関しては奏者の創造性を反映できる余地は全く無い。

奏者の創造性を反映させることができるのは、正確に再現された音列に付与する演奏表情に対してである。演奏表情は、個々の音の音量を調整することによるデュナーミクと、テンポやリズムを微妙に調整することによるアゴーギクとによって主に構成される。再現された音列に対し、奏者の楽曲解釈やインスピレーションに基づいて構成された演奏表情を付与することにより、奏者は自分自身の音楽的感動を創造的に表現することができる。

したがって、再現演奏型の楽曲演奏において、奏者にとってもっとも本質的な演奏行為は、演奏表情の創造であると言うことができる。与えられた音列の正確な再現は不可

欠ではあるものの、その作業は奏者にとっては全く創造的なものではない。にもかかわらず、本質的な作業である演奏表情構築に先立って、まずは音列の再現という非創造的な作業を完璧にこなさねばならない。しかも、ピアノなどの既存の楽器を用いて、楽譜に記述されている音列を正確に再現することは、実際にはきわめて困難な作業であり、その達成のためには長時間にわたる膨大な労力を必要とされる。この結果、多くの人々は本質的で創造的な作業段階に到達する以前の段階で疲弊し、演奏への取り組みをあきらめてしまうことになる。

しかしながら、再現演奏型の楽曲演奏練習を途中で放棄してしまっただとしても、それはその奏者が演奏表情構築のための創造性を持っていないということを示すことにはならない。この奏者は、単に与えられた音列を再現するための技術を習得できなかっただけのことである。たとえその楽曲を演奏できるようにならなかったとしても、演奏表情構築のための創造性を有するかどうかは、依然不明であり、優れた創造性がその奏者の内に深く埋もれているかもしれない。

結局のところ、潜在的創造性を隠蔽しているものは、既存の楽器である。既存の楽器を用いた場合回避不可能な音列の再現という非創造的段階をスキップして、直接に演奏表情構築に取り組む事が可能となれば、我々が演奏表情構築に必要な創造性を十分に有しているかどうかを、効率的に判断することができるようになる。長く大変な楽器の練習に取り組むのは、そのような判断をおよそ下した後からでも遅すぎるといえることはないであろう。

### 3.1.1 システム構成

かつて、計算機がまだ一般的ではなかった時代には、楽曲の演奏中に楽器の構成を適応的に変化させるようなことは不可能であった。このため従来の楽器は、特定の楽曲には依存しない、汎用的な構成にデザインされていた。たとえば、ピアノではある鍵には常時固定的に一定の音高 (pitch) が割り当てられており、ある楽曲において一度もその音高が使用されることがなかったとしても、その音高を出力するための鍵は常時存在している。しかしながら現在、計算機を利用することによって、楽器の構造を随時ダイナミックに再構成することが可能となった[15]。これによって我々は、与えられた音高列を正確に再現するという非創造的な作業から解放されるのである。

図1に Coloring-in Piano のシステム構成を示す。演奏の開始に先立って、演奏したい楽曲の楽譜データを Music DB に入力する。ただし、入力しなければならない楽譜データは、各音の音高を示す MIDI (Musical Instrument Digital Interface) Note No.情報のみであり、その他の音価や強弱記号などの情報を入力する必要は無い。演奏にあたっては、奏者は任意の鍵を打鍵する。その結果出力される演奏データのうち、音高情報は、あらかじめ Music DB に登録され

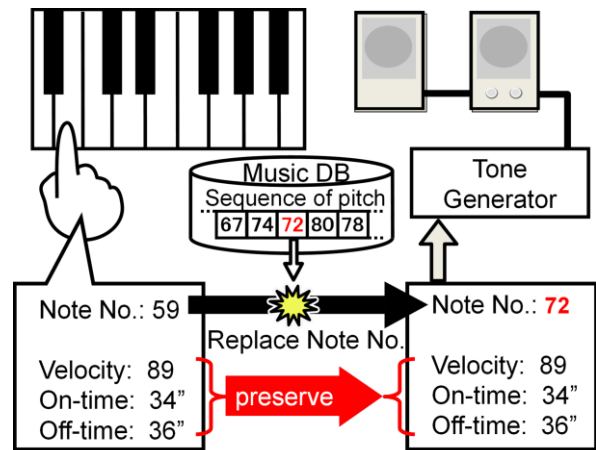


図1 Coloring-in Piano のシステム構成

Figure 1 System setup of Coloring-in Piano

ていた正しい音高の MIDI Note No.に差し替えられる。したがって、どの鍵を打鍵しようとも、常に正しい音高が正しい順番で出力されるので、誤りは絶対に生じることがなく、必ず正しい音高列を再現できる。一方、打鍵のタイミングや離鍵のタイミング、打鍵強度などは奏者が演奏したものがそのまま出力される。すなわち、奏者は演奏表情に関しては完全に自分の意図に基づいて制御することができる。これにより、奏者は音高列の正確な再現段階をスキップして、演奏表情の構築作業に直接に取り組むことができるようになる。

### 3.1.2 評価結果の要旨と議論

以下の3つのシステムを用いたユーザスタディを実施した。なお、詳細なユーザスタディの結果については、文献[16]を参照されたい。

1. Coloring-in Piano
2. 通常のピアノ
3. デスクトップミュージックシステムで使用されるステップ入力方法。この方法では、音高や音の長さ、音の強弱などのすべての演奏データをばらばらの数値データとして入力する。

被験者として、金沢大学教育学部で音楽を専攻する学生10名を雇用した。被験者は全員10年以上のピアノの演奏経験を有する者であった。課題曲は、ヨハネス・ブラームス作曲のバイオリン協奏曲ニ長調第1楽章のソロバイオリンパート95小節目から102小節目とした。この部分は非常に難しく、かつピアノ奏者にはあまりなじみのない音の並びで構成されている。被験者には、上記の3つのシステムをそれぞれ用いて、できるだけ自分が求める演奏表情を付与して演奏することを求めた。すべての演奏終了後、各システムを使用した演奏毎に、1)演奏はどの程度困難であったか、2)自分の演奏にどの程度満足できたか、という2つの問いに解答を求めた。

結果として、10年以上の演奏経験を持つ奏者であっても、

通常のピアノを用いて課題曲を正確に再現演奏することは困難であった。その演奏の演奏表情に満足できないという以前に、そもそも正確な音列の再現段階で十分に満足できる結果を得られていなかった。ステップ入力法を用いて作成した演奏データに関しては、音列の再現は、MIDI Note No. を正確に入力するだけで実現できるので、容易に満足に行く再現演奏を実現できた。しかしながら、演奏表情に関しては、本来相互に有機的に関連し合うデュナーミクやアゴーギクを構成する要素をばらばらに入力しなければならず、全体のバランスを適切に調節することが難しいため、満足に行く結果を得ることができなかった。これらの結果に対し、Coloring-in Piano 用いた場合は、容易に正確な音高列を再現できたと同時に、満足度の高い演奏表情付けを行うこともできた。

上記の実験とは別に、ピアノの演奏経験がほとんど無い被験者を 10 名雇用した実験も実施した。これらの被験者には、当時流行していた宇多田ヒカルの *Travelling* のメロディを、先の実験と同じ 3 つのシステムをそれぞれ用いて演奏してもらった。結果として、これらの被験者は、通常のピアノを使用した場合はまるで演奏できなかったのに対し、Coloring-in Piano を用いた場合は即座に演奏を行うことができた。

以上の結果から、Coloring-in Piano によって、万人に対して再現演奏における音列の正確な再現という非創造的作業段階をスキップして、演奏表情構築という創造的作業段階に直接的に取り組むことが可能となることが示された。Coloring-in Piano を用いることにより、きわめて長期にわたるピアノの練習を開始する前に、演奏表情構築にかかわる創造性を潜在的に有しているかどうかを効率的に確認することが可能となると思われる。

### 3.2 RhyMe

RhyMe は、和声理論の基礎を Berklee 理論[17]に置く、モダンジャズなどの多くの軽音楽における即興演奏を支援するシステムである。前述の再現演奏の場合とは異なり、即興演奏の場合は、再現しなければならない音列は明示的には与えられない。どのような音列を構成するかは、奏者の裁量と創造性に任されている。ただし、一切の制約が与えられないことはあまり無く、基本となるメロディ（テーマ）とコード進行が緩い制約（必ずしも厳守する必要は無い制約）として与えられるのが一般的である。

即興演奏の奏者は、和声理論に基づいて、テーマを参照しながら与えられたコード進行を分析し、コード毎に Available Note Scale（以下では、単に Scale と呼ぶ）と呼ばれる音階（旋法）を導出する。その上で、音の「響き」に基づいて音を組み合わせることで即興演奏を構築する。大まかに言って、Scale に含まれる音を使用すると、その箇所に対応したコードに対して比較的協和な響きが得られ、Scale 外の音を使用すると不協和な響きが得られる。したがって、

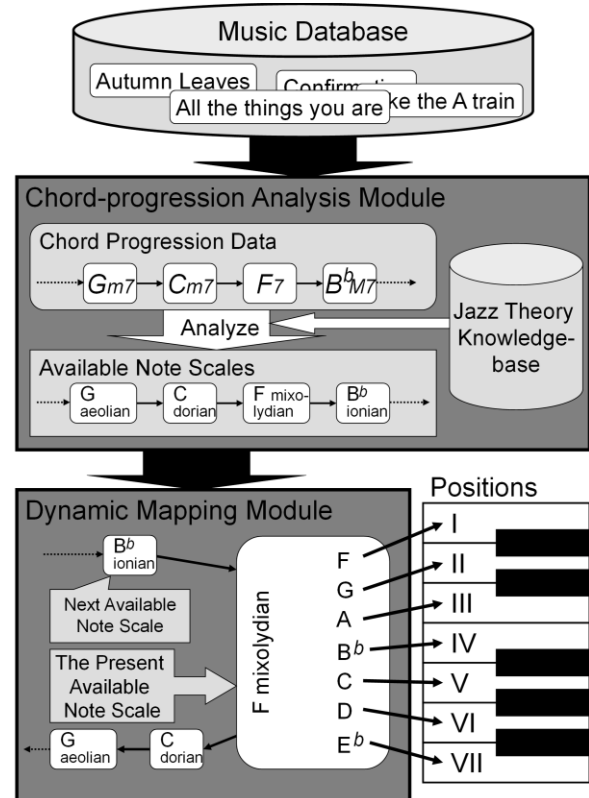


図 2 RhyMe のシステム構成  
 Figure 2 System setup of RhyMe

Scale 内の音を使用して即興演奏を構成すれば、破綻しない結果が得やすいが、反面、単純で複雑味に欠けるものになりがちである。このため、いかに巧く Scale 外の音を混ぜ込むかが、奏者の腕（すなわち創造性、技術的な意味での「腕」ではない）の重要な見せ所となる。

ところが、和声理論に基づくコード進行の分析は容易ではなく、しかもその結果を元に、演奏しながらリアルタイムにどの音が Scale 内音でどの音が Scale 外音なのか、各音が各時点でどのような響きを持つのかを判断することは、きわめて困難な作業である。にもかかわらず、この分析と Scale や響きの判断は、あくまで理論的に行われるものであり、奏者の創造性はこの段階には必要無い。つまり、即興演奏においてはこれらの作業段階が、再現演奏における与えられた音列の正確な再現と同様、不可欠だが非創造的な段階に相当する。そこで RhyMe は、この段階をスキップして、奏者が直接に各時点における音の響きに基づいて音を組み合わせ、音列を構成することを支援する。

#### 3.2.1 システム構成

図 2 に RhyMe のシステム構成を示す。Music Database には、様々な楽曲のメロディとコード進行のデータをあらかじめ格納している。演奏に際し、演奏したい楽曲のデータを取得し、これを和声進行分析モジュールに入力し、Berklee 理論を参照して、各コードに対応する Scale を求め

る。こうして得られた Scale 情報をもとに、動的マッピングモジュールは、奏者が使用する楽器（この例では鍵盤楽器）のインタフェース（鍵盤）上の各ポジション（各鍵）に割り当てる音高を演奏の進行にしたがって変更する。この例では、現在演奏中の箇所コード  $F_7$  に対応した Scale が F ミクソリディアンと呼ばれるスケールであるため、通常の鍵盤楽器であれば C の音がマッピングされている I の鍵の音を F に、通常は D の音がマッピングされている II の鍵の音を G に、というように変更する。引き続き演奏が進行し、次のコードである  $B^b_{M7}$  の部分に移行すると、Scale もこれに合わせて  $B^b$  イオニアンというスケールに変化する。音のマッピングも I の鍵には  $B^b$ 、II の鍵には C というように変更される。

このように RhyMe では、常時白鍵にはその時点での Scale に含まれる音が協和度に応じたルールに基づく並び方でマッピングされる。また黒鍵には、Scale 外の音が、やはり一定のルールに基づく並び方でマッピングされる。つまり、従来の楽器においては、個々のポジション（各鍵）には特定の音高（pitch）が常時割り当てられていたのに対し、RhyMe では個々のポジションには特定の響き（協和度）を持つ音が常時割り当てられる。したがって、奏者は現在のコードが何であるかを意識する必要も分析する必要もなく、最も安定した響きの音が欲しい場合には常に I の鍵を打鍵すれば良いし、長調／短調のような調性感が欲しい場合には III の鍵を打鍵すれば良い。これにより、RhyMe は先述の即興演奏における不可避だが非創造的な作業段階をスキップし、直接に音の響きに基づき音列を構成する作業段階に取り組むことを可能としている。

### 3.2.2 評価結果の要旨と議論

詳細な評価結果は文献[18]に譲り、ここでは筆者自身が本システムを使用した経験について述べる。これは、筆者が自分自身の即興演奏における創造力の有無を推し量るために、そして何よりも直接的に即興演奏の創造を楽しむことができるようになるために、なんとしても本システムを欲しいと思って開発したものだからである。

結論から言って、RhyMe を使用して演奏することは、きわめて心地良い、未踏の音楽創造経験をもたらしてくれた。筆者は、サクソフォンを演奏するための基礎的技能を有している。しかし、ジャズバンドに参加して即興演奏を行うと、常に不満で納得のいかない思いを抱く。Berklee 理論の基本は理解しているにもかかわらず、演奏中に適切な Scale を意識した音列の組み立てを行うことがほとんどできず、結局なんとなく身に染みついてしまっている手癖で演奏を行ってしまうという、一言で言えばでたらめな演奏を行うことが大半だからである。

ところが、RhyMe を使用すると、この理論的思考の束縛から完全に解放され、自分の持つ認知能力のほとんどを、響きの組み合わせを試し、味わうことに集中させることが

できるようになる。それまでの混乱した思考に翻弄されていたのが嘘のように、余計な思考に振り回されることなく、純粹に即興演奏の創造に没入することが可能となるのである。

このような経験は、サクソフォンをはじめとする従来の楽器では、筆者は得ることができなかった。そのため、自分にはジャズの才能は無いのかと思うこともしばしばであった。しかし、RhyMe を用いることで、少なくとも自分は即興演奏の創造を楽しむだけの能力があることを確信することができた。社会に貢献しうるレベルの創造性を有しているかどうかを判断するには、さらなる練習と研鑽を積む必要があるが、RhyMe を用いることで、非創造的作業の妨害によって強いられていた一種の諦念から脱却できたことは、非常に大きな収穫であったと思う。和声理論的な思考能力や楽器の操作技術の未熟さを、「創造性の欠如」と誤解している現状を RhyMe は解決し、筆者の中に創造性が存在していることを、筆者自身に気づかせてくれたのである。

### 3.3 Family Ensemble

かつて、私の知り合いがこんなことを私に言った：「最近、娘がピアノを習い始めたんだよね。家で練習しているのを聞いていたら、なんだか一緒にピアノを弾きたくなっちゃってね。どうにかならないものかなあ。」この知り合いは、それまでピアノを習ったことはなく、また今さら習いに行くこともできないので、おそらくこれはかなわぬ夢に終わる。同様の夢を持っている親は世の中にたくさんいるのではないだろうか。ところで、こういった人々は、ピアノを弾けたらいいなど思っているが、それは自ら音楽を創り出したいというような、音楽的創造欲求に基づくものではない。あくまで自分の子供と一緒に楽しみ、良い思い出を共有したいという欲求に基づいている。

筆者らが開発した Family Ensemble は、このような人々の夢をかなえる、ピアノ連弾支援システムである。しかしながら、Family Ensemble は、単なるエンタテインメントシステムにとどまらず、潜在的に音楽創造性を有している人々に対し、その内なる創造性に気づかせる機能を有している。以下、本システムがどのようにそれを実現するかを、事例によって示す。

#### 3.3.1 システム構成

図 3 に、Family Ensemble のシステム構成を示す。このシステムは、88 鍵からなる 1 台のピアノの鍵盤を 2 つの領域に分け、低音側の 12 鍵程度（鍵数は可変設定可能）を親（伴奏者）用の演奏インタフェースとして、また残りの全鍵を子供（主奏者）用の演奏インタフェースとして割り当てる。

子供は、ピアノを習っており、ピアノを弾きこなせるようになることを目指している（はずである）。子供に対しては、先述の Coloring-in Piano のようなシステムで支援を行うと、ピアノ演奏学習の妨げになってしまう。ゆえに、Family Ensemble は、子供に対しての直接的な支援は一切行



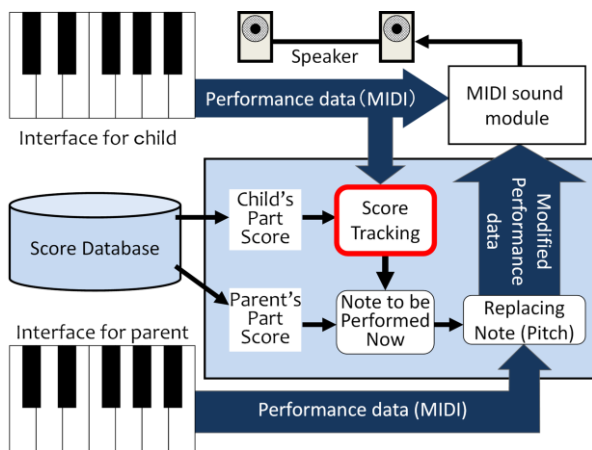


図3 Family Ensemble のシステム構成  
 Figure 3 System setup of family ensemble

わなない。子供による演奏データは、なんら加工されることなく音源モジュールに入力され、そのまま演奏されたとおりの音として出力される。したがって、子供にとっての Family Ensemble は、通常のピアノとなんら違いはない。

一方、親は（今のところ）ピアノを弾けるようになる必要はない。親は、子供と一緒に演奏を楽しむことができればそれで十分なので、Family Ensemble は、親の演奏を徹底的に支援する。Score Tracking モジュールは、常時子供の演奏を監視し、子供が弾いている楽曲の楽譜データを照合しながら、現在子供がどこを演奏しているかをリアルタイムに把握する。その上で、親が弾くべき楽譜を参照し、子供が現在弾いている箇所に対応する、今親が弾くべき音を決める。親が自分用に割り当てられている領域内の任意の鍵を打鍵すると、Coloring-in Piano と同様に、音高データを先に求めた正しい音高データに差し替えて、音源モジュールに入力し、音として出力する。

子供の演奏が誤らない限り、親は必ず正しい音を演奏できる<sup>1</sup>。もし親の演奏が間違ったものになった場合、その原因は親にではなく、子供の演奏の誤りにある。このように、親は常時どの鍵を打鍵すべきかを考える必要が無い。ただし、Coloring-in Piano と同様、演奏表情構築に関する要素については、親もそのすべてを自分で制御できる。したがって、その気になれば、親も演奏表情の創造に取り組むことができる。

### 3.3.2 評価結果の要旨と議論

Family Ensemble と通常のピアノをそれぞれ用いて連弾する比較実験を実施した（詳細な結果等については、文献[19]を参照されたい）。ピアノを少し弾くことができる者（子供または初級者：以下初級者とする）と、ピアノ演奏経験が皆無かあるいは長年にわたってピアノ演奏を行って

<sup>1</sup> なお、Score Tracking モジュールは、子供の演奏に含まれる誤りに対してある程度対応することができる機能を有するので、子供が1音程度誤ったからといって即座に親の演奏音も誤ったものになるということはない。

いない者（親あるいは未経験者：以下未経験者とする）とで構成されるペアを5組、被験者として雇った。

通常のピアノを使用した実験では、どの組も連弾を一切行うことができなかった。未経験者は、楽譜上に指定された音が鍵盤上のどの鍵にあたるのかを探すだけに終始した。初級者も未経験者に対して弾くべき鍵を指示するだけに終始し、自分のパートの演奏を行う余裕は一切なかった。これに対し、Family Ensemble を用いた場合、すべての組において即座に連弾を行うことができた。もちろんこれは、システムの機能上、当然の結果である。このように、未経験者である親が、初級者の子供と一緒にピアノ連弾を楽しむことを可能とするという、我々の所期の目的は達成された。

しかし、本当に重要な結果は、連弾を簡単に楽しむことができたということではない。この実験の中で、初級者と未経験者による演奏表情の共創が生じたことがより重要な結果である。とりわけ、ピアノ演奏経験が無い父親と、その小学生の娘とで構成された組において、父親が主導した演奏表情の共創が見られたことは、特筆すべき事例である。この事例では、付点8分音符のリズムが一致していないことを父親が指摘し、これを2人の間でうまく合わせてよりよい演奏表情を作ることを試みていた。この父親は、これまでピアノ演奏にも音楽創造にも特段の興味は無かった。しかし、Family Ensemble が提供された結果、この父親は音楽創造を開始した。つまり Family Ensemble は、父親の内に眠っていた音楽的創造性を引き出す手助けとして機能したとすることができるだろう。

## 4. 議論

創造性を軸として、人は以下の4つのタイプに分類できる。

1. 自分が創造性を有していることを知っているし、その発揮の仕方も知っている人々
2. 自分が創造性を有していることは知っているが、その発揮の仕方がわからない人々
3. 自分が創造性を有していることを期待しているが、実際に有しているかどうかよくわからない人々
4. 自分の潜在的創造性の存在に全く気づいていない人々

ただし、この分類はすべての人が創造性を持っているということを前提としたものであるため、「創造性を有しない人」というタイプは想定しない。

第2章で議論したように、ほとんどの創造性支援技術は、第1のタイプの人々を支援対象として想定している。これに対し、Creativity Mining は、その他の3つのタイプの人々を支援対象としている。前章で紹介した3つの事例は、これら3つのタイプの人々を現実的に支援できる可能性を示している。

Coloring-in Piano は、第2のタイプの人々を支援できる事

例である。第2のタイプの人としては、たとえば交通事故などで不幸にして指を数本失ってしまったピアニストが例として考えられる。このピアニストは、言うまでもなく音楽的創造性を有しているし、本人もそれを認識している。しかし、残念なことにもはや通常のピアノを演奏することはかなわない。このような場合でも、Coloring-in Pianoは、残された数本の指を使って、このピアニストの内にある創造性を引き出すことを可能とするだろう。つまり、第2のタイプの人々を支援するための1つの鍵は、不要な自由度を削減することによる、操作インターフェースの単純化にあると言える。手指を完全に喪失してしまったような場合については、将来的にはBrain Machine Interface (BMI) 技術を応用することが有望だろう。ただし、その場合でも、既存のピアノをそのままBMIで操作しようとするのではなく、必要な自由度のみを対象とするように操作体系をデザインすることが必要となるであろう。

Coloring-in PianoとRhyMeは、第3のタイプの人々を支援できる。このタイプの人としては、自分に音楽的創造性があると信じてピアノの練習を始めたばかりの初学者が例として考えられる。問題は、その信念が正しいか誤りであるかが明らかになるのは、長年にわたる練習を終えた「後」であるということである。その結果として、自分にはあまり音楽的創造性がないということが明らかになった場合（おそらくそういうケースは世の中に非常に多いのではないかと危惧するが）、時間と人生を浪費しただけということになってしまいかねない。Coloring-in PianoやRhyMeは、このような初学者が、ピアノの操作技術を身につける以前に、自分に音楽的創造性があるかどうか、迅速に確認することを可能とする。自分に音楽的創造性があることを確信できたならば、そのままColoring-in PianoやRhyMeを使用して音楽創造に継続して取り組んでもよいし、あるいはピアノなどの伝統楽器の練習に改めて取り組んでもよい。

ここでColoring-in PianoとRhyMeに関して注意しておきたいのは、これらの2つの楽器は「一切の練習を不要とするものではない」ことである。これらはいずれも、一見「単純化された楽器」に見える。場合によっては、「演奏行為の自動化」と思われるかもしれない。しかし、現実にはこれらの楽器を用いても「人に感動を与えるような演奏」を実現するためには、膨大な練習が必要となる。従来楽器との違いは、最終的に誰もが同じ結果に至ることを目的とする非創造的作業を実施するために必要な技能の習得に要する練習を大幅に削減している点である。Coloring-in PianoやRhyMeが与えられても、だからといってその利用者の中の一気に創造的な音楽が形成されるわけではない。やはり、これらを使用して、Reflection-in/on action[9]を繰り返しながら、音楽を創造していかねばならないという点では、従来楽器を用いた場合と変わりはない。そのための努力と練習、試行錯誤は不可欠であるし、そのために必要

かつ十分な自由度が残されていることが肝要である。その意味では、これらのシステムは「自動化」とは実際にはほど遠く、むしろ「よりよく努力させるためのアプローチ」とをとっていると言える。Coloring-in Pianoは、演奏表情の構築に必要な要素に関する自由度は、通常のピアノと全く同じだけ残されている。RhyMeでは、鍵盤に対する音の配列基準を変更しただけであり、使用可能な音はやはり通常のピアノと全く同じだけ残されている。このため、よりよい演奏を創造できる可能性は、いずれも通常のピアノと同じだけ残されている。この点に関する配慮が十分になされておらず、努力や練習をしても向上の余地がなかったり、試行錯誤するための選択肢が過剰に制約されていたりするシステムは、楽器とは言いがたい「おもちゃ」となってしまうであろう。

Family Ensembleは、第2・第3のタイプの人々も支援可能であるが、もっとも特徴的なのは第4のタイプの人々を支援可能である点である。第4のタイプの人々の場合、自分に創造性があること自体に気づいていないので、そもそも何かを創造しようとする意図が存在しない可能性が高い。このような人々を、ピアノの前に座らせて音楽を創造させることは容易ではない。ゆえに、音楽を創造すること以外の別の動機付けが必要となる。Family Ensembleは、親にとって当初は楽器ではなく、むしろ子供と一緒に楽しむことができるエンタテインメントのためのシステム（すなわち一種のおもちゃ）であると捉えられているだろう。このように、第4のタイプの人々の支援には、エンタテインメント性を提供することは有効な方法であると思われる。

ただし、エンタテインメントの用い方には注意を要する。動機付けのために用意する入り口としては、単純なエンタテインメント性を用いても良いであろう。しかし重要なのは、その先に、本質的な創造行為へとシームレスに移行することができる仕掛けを準備しておくことである。Family Ensembleは、Coloring-in Pianoと同様に、演奏表情構築に必要な自由度をすべて奏者に対して提供している。このため、3.3節の事例で示したように、Family Ensembleを用いてひとたび連弾を始めると、潜在的に音楽創造性を有している親の場合、Family Ensembleは、単なるおもちゃから次第に楽器へと変化し、単なる娯楽から演奏表情の創造へとシームレスに移行することができた。こうして、この親は自分が潜在的に音楽創造性を持っていることに気づかされるのである。このような、シームレスな移行の道筋を用意しておかなければならない。

以上のように、Creativity Mining技術は、未創造的な人々を含むあらゆる人々に対し、自分がなんらかの創造性を持っている（あるいは持っていない）ことを即座に確認させることを可能とする。自分がある種の創造性を有していることを確認できれば、その確信を持たぬままに前進するよりも、よりよく学習や練習、訓練に集中できるようになる。



結果として、創造性教育によってより効率的にその才能を開花させられるようになり、創造性社会において必要とされる創造的人材を増やすことが可能となると思われる。

## 5. おわりに

本稿では、Creativity Mining という新しい創造活動支援のコンセプトを提案した。これは、未創造的な人々が、自分の内に隠れている潜在的な創造性の存在に気づくことと、それを発揮することを支援するものである。その具体的事例として、筆者らがこれまでに開発してきた3つの音楽創造に係るシステムを紹介し、それらがどのように Creativity Mining ツールとして機能するのかを議論し、その議論に基づいて、Creativity Mining ツールの基礎的要件を検討した。Creativity Mining 技術は、多くの創造的人材を必要とする、来るべき創造性社会の確立に大いに貢献するものとなると確信している。

本稿では音楽に関係する事例のみを紹介したが、言うまでもなく音楽以外のドメインに対しても同様の取り組みを進める必要がある。筆者が所属する北陸先端科学技術大学院大学ライフスタイルデザイン研究センターでは、ビジュアルイメージの創造や工業デザインなどを対象とした Creativity Mining 技術の研究開発や、さらには創造的思考能力のモデル化に関する研究なども精力的に進めつつある。当センターは、これらの取り組みを通じ、誰もが創造的に他者や社会に貢献できるようになり、それによって皆が生きがいを感じることができると新しい社会を創造することを目指している。

**謝辞** Creativity Mining について日頃から有益な議論をいただいている、北陸先端科学技術大学院大学ライフスタイルデザイン研究センターの永井由佳里教授、宮田一乗教授、鶴木祐史准教授、金井秀明准教授、吉高淳夫准教授、日高昇平助教に、厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) P. F. Drucker, "Post-Capitalist Society," HarperBusiness, 1994.
- 2) M. Resnick, "Sowing the Seeds for a More Creative Society," Learning & Leading with Technology, International Society for Technology in Education, pp. 18-22, December/January, 2007-2008.
- 3) 奥出直人, "デザイン思考の道具箱 イノベーションを生む会社のつくり方", 早川書房, 2007.
- 4) A. F. Osborn, "Applied Imagination - Principles and Procedures of Creative Problem-Solving", Charles Scribner's Sons, 1979.
- 5) J. Kawakita, "KJ Method: a Scientific Approach to Problem Solving", Kawakita Research Institute, 1975.
- 6) M. Stefik, G. Foster, D. G. Bobrow, K. Kahn, S. Lanning, and L. Suchman, "Beyond the chalkboard: computer support for collaboration

- and problem solving in Meetings", Communications of the ACM, Vol. 30, Issue 1, pp 32-47, 1987.
- 7) M. Miura, T. Sugihara and S. Kunifujii, "GKJ: Group KJ Method Support System Utilizing Dugural Pens", IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E94-D, No. 3, pp. 456-464, 2011.
- 8) D. A. Norman and T. Dunaeff, "Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in The Age of The Machine", Basic Books, 1994.
- 9) D. A. Schön, "The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action", Ashgate Publishing Limited, 1995.
- 10) K. Hori, "A system for aiding creative concept formation", IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol.24, Issue 6, pp. 882-894, 1994.
- 11) T. Buzan, B. Buzan and J. Harrison, "The Mind Map Book: Unlock Your Creativity, Boost Your Memory, Change Your Life", Pearson Education Ltd, 2010.
- 12) L. Candy and E. Edmonds, "Creative design of the Lotus bicycle: implications for knowledge support systems research", Design Studies, Vol. 17, Issue 1, pp.71-90, 1996.
- 13) M. Suwa, T. Purcell and J. Gero, "Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions", Design Studies, Vol.19, Issue 4, pp.455-483, 1998.
- 14) K. Nakakoji, Y. Yamamoto, S. Takada and B. N. Reeves, "Two-dimensional spatial positioning as a means for reflection in design", Proc. The 3rd Conf. on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, pp. 145-154, 2000.
- 15) K. Nishimoto, C. Oshima and Y. Miyagawa, "Why Always Versatile?: Dynamically Customizable Musical Instruments Facilitate Expressive Performances", Proc. 3rd Int'l. Conf. on New Instruments for Musical Expression (NIME03), pp.164-169, 2003.
- 16) C. Oshima, Y. Miyagawa, K. Nishimoto and T. Shirosaki, "Two-step Input Method for Supporting Composition of MIDI Sequence Data", Entertainment Computing - Technologies and Applications, pp.257-264, Kluwer Academic Publishers, 2003.
- 17) 渡辺貞夫, "ジャズスタディ", エー・ティ・エヌ, 2004.
- 18) 西本一志, 渡邊 洋, 馬田一郎, 間瀬健二, 中津良平, "創造的音楽表現を可能とする音楽演奏支援手法の検討 ~音機能固定マッピング楽器の提案~", 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1556-1567, 1998.
- 19) C. Oshima, K. Nishimoto and N. Hagita, "A Piano Duo Support System for Parents to Lead Children to Practice Musical Performances", ACM Trans. on Multimedia Computing, Communications and Applications (ACM TOMCCAP), Vol.3, Issue 2, Article 9, 2007.

2 2012年11月8日~10日に、オーストラリアのメルボルンで開催される国際会議 International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems 2012 において、Creativity Mining と題したオーガナイズドセッションを開催し、当センターでのこれまでの取り組みを紹介するとともに、Creativity Mining について議論する予定である。