

平成 30 年度 卒業論文

旋律概形と筆圧感知を用いた作曲支援システム
に関する研究

指導教員 北原鉄朗准教授

日本大学文理学部情報科学科

安原 茜

2019 年 2 月 提出

概要

作曲支援に関するシステムの作成については、今まで多くの研究者によって研究され成果が発表されている。既存の研究では、旋律概形、ピアノ、加速度センサなどを用いた作曲支援について述べられている。旋律概形を用いた研究に着目すると北原らによる旋律概形からメロディ生成するシステム JamSketch は、描いた旋律概形を考慮したメロディが出来上がるため、直観的に作曲することができ、専門的な知識を必要としないため、誰でも簡単に作曲を楽しむことができる。しかし、現在のシステムでは、ユーザの意思が作曲に反映される部分は、旋律概形による音の高低差のみである。そのため、ユーザの作曲に対する自由度が低いことが問題である。

そこで、ユーザがリズムを変更したり音に強弱を付けることができるよう JamSketch を拡張する。ここで、重要なことは、直観的に操作できることである。本稿では、リズム変更について、旋律概形におけるリズムを変更したい部分に波線を書くことで、波線の大きさによってリズムを定めることとする。音の強弱の変更については、筆圧の感知が可能なタブレットを使うことを前提とし、筆圧により強弱を決めることとする。

本稿では、拡張した 2 つの機能の有効性を被験者実験を通じて明らかにする。本システムを初めて使ったときに使いこなせるかどうかと、ある程度使いこなせるようになったときにどのような振る舞いをするかを明らかにするため、実験 1 と実験 2 に分けて実験を行った。2 つの機能を短期間のうちに同時に使いこなすようになることは難しいと予想されることから、それぞれの機能に対する実験は別々に行つた。すなわち、リズム機能の有り条件と無し条件を比較する際には筆圧機能は無効

にし, 筆圧機能の有り条件と無し条件を比較する際にはリズム機能は無効にした.

実験 1 では, リズム機能の有り条件と無し条件の両方において, 1 回ずつ被験者に作曲をしてもらい, さらに, 実験者の指示通りに被験者が作曲を行った. 筆圧機能の有り条件と無し条件においても同様である. リズム機能の実験において, Q1(線の描き方を変えることでリズムを変更することは思い通りにいきましたか), Q2(自分の思い通りにリズムにメリハリを付けることができましたか), Q3(描いた線は思い通りのリズムになりましたか) に対して「強くそう思う」と答えた被験者がおらず, 「そう思う」と答えた被験者が 3 名以下であったことから, 5 分という短い時間内でリズム機能を使いこなすようになるのは難しかったと考えられる. 筆圧機能の実験においては, Q1(筆圧により描く線の太さを変えることで音の強弱を付けることは容易でしたか), Q2(自分の思い通りに線の太さを変更することはできましたか), Q3(自分が描いた線の太さは, 思い通りの音の大きさになりましたか) では「強くそう思う」または「そう思う」と答えた被験者が半数以下であったことから, リズムに比べると, 意図通りの筆圧で旋律概形の太さを制御し, 音量を調節することは, 容易であったと考えられる.

実験 2 では, リズム機能の有り条件と無し条件の両方において, 交互に 3 回ずつ被験者に作曲をしてもらった. 筆圧機能の有り条件と無し条件においても同様である. 「意図通りの演奏ができましたか」という質問において, リズム変更機能無しと音の強弱変更機能無し 1 回目から 3 回目は, 「強くそう思う」「そう思う」と回答した人の合計がいずれも過半数をしめていたことから, 1 回目から一定程度本システムを使いこなせていたと考えることができる. これより, 初めから全ての人が本人の意思通りに音の高低差を付けることができていると分かった. しかし, 「演奏を聞いてみて気に入りましたか」という質問において, リズム機能有りでは, 「強くそう思う」「そう思う」と回答した人の合計が 1 回目 50% から 3 回目が 70% に増加していることより, 本人が気に入る旋律を作成することは, 回数を重ねるごとに上手になると考えられる. リズムの変更機能において, 「意図通りの演奏ができま

したか」という質問の評価が回数を重ねても上がらなかつたことから, 3回程度の試行では, 波線の大きさを変更することによってリズムを変更することは, 難しいと考えられる. しかし, 10人中2人は回数をこなすたびに上達したとアンケートに答えていたことにより, 本人が気に入る旋律は回を重ねるごとに作ることができると考えられる. 本システムは, 使いこなせているが思い通りの演奏にならないと答えた被験者が10人中3人いた. しかし, リズムの変更を旋律概形に表すことはできるが本人の気に入った旋律を作ることができていないと考えられる. 音の強弱の変更機能は, 「意図通りの演奏ができましたか」という質問の1回目が60%, 3回目が70%より, 筆圧の調整は回を重ねるごとに使えるようになる. さらに, 適切なメロディ生成もできるようになる. 以上より, リズム変更機能によって, ユーザの意思通りの旋律概形を作成することができることは示せたが, ユーザの気に入った旋律を生成することは不十分であった. 筆圧機能によって, 回を重ねるとユーザの意思通りに筆圧を調整することができ, ユーザの気に入った演奏ができる음을示した.

目 次

目 次	v
図 目 次	ix
表 目 次	xi
第1章 序 論	1
1.1 本研究の背景	1
1.2 本研究の目的	2
1.3 本論文の構成	2
第2章 関連研究	3
2.1 旋律概形に関する研究	3
2.1.1 JamSketch[1]	3
2.1.2 旋律概形を用いた作曲支援システム [7]	3
2.1.3 紙面上に描いた旋律概形をもとに作曲するシステム [8] . . .	4
2.2 楽器演奏未経験者を対象とした演奏支援に関する研究	4
2.2.1 演奏未経験者のためのスマートフォンのセンサとペイジアン ネットワークを利用した直感的動作による即興合奏支援シス テム [2]	4
2.2.2 音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム "INSPIRATION"[3]	5

2.2.3 ウエアラブルダンシング演奏システムの設計と実装 [4]	5
2.2.4 調整判断の不要な身体動作入力による即興合奏支援システム の試作 [9]	5
2.3 筆圧に関する研究	6
2.3.1 液晶タブレットを使用して旋律を生成するシステムに関する 研究 [10]	6
2.4 本研究における方針	6
第3章 システム構成	9
3.1 システム概要	9
3.1.1 旋律概形によるリズムの変更	9
3.2 システム内部処理	10
3.2.1 旋律概形によるリズムの変更	10
3.2.2 筆圧による音の強弱の変更	11
第4章 システム実行例	13
4.1 システム実行例	13
第5章 評価実験	15
5.1 被験者	15
5.2 実験1	16
5.2.1 実験手順(リズム機能)	16
5.2.2 実験手順(筆圧機能)	17
5.2.3 実験結果(リズム機能)	18
5.2.4 実験結果(音の強弱)	19
5.3 実験2	20
5.3.1 実験手順(リズム機能)	20
5.3.2 実験手順(筆圧機能)	21

5.3.3 実験結果 (JamSketch)	21
5.3.4 実験結果 (リズム機能)	21
5.3.5 実験結果 (筆圧機能)	22
第6章 結論	33
参考文献	37

図 目 次

2.1 JamSketch の画面側	7
2.2 旋律概形から生成されるメロディ	7
4.1 旋律概形を用いたリズムの変更	14
4.2 筆圧を用いた音の強弱の変更	14
5.1 実験 1(リズム機能)	18
5.2 実験 1(筆圧機能)	19
5.3 実験 1 における被験者 1 による旋律概形(筆圧機能なし条件, 1 回目)	24
5.4 実験 1 における被験者 2 による旋律概形(リズム機能なし条件, 1 回目)	24
5.5 実験 1 における被験者 3 による旋律概形(リズム機能なし条件, 2 回目)	25
5.6 Q1(リズム機能なし)	26
5.7 Q1(リズム機能あり)	26
5.8 Q2(リズム機能なし)	27
5.9 Q2(リズム機能あり)	27
5.10 1 回目	28
5.11 2 回目	28
5.12 3 回目	29
5.13 Q1(筆圧機能なし)	30
5.14 Q1(筆圧機能あり)	30
5.15 Q2(筆圧機能なし)	31

5.16 Q2(筆圧機能あり)	31
5.17 単調な線例	32

表 目 次

3.1 リズムの変更	10
3.2 音の強弱の変更	11
5.1 被験者の音楽的背景	16

第1章 序 論

本章では、研究の背景、目的を述べた後、本論文の構成を述べる。

1.1 本研究の背景

作曲支援における研究は数多く行われてきた。旋律概形を用いて作曲するものとして、北原らによる旋律概形からメロディ生成するシステム Jamsketch[1] やスマートフォンに搭載されたセンサを用いてリズムと旋律概形の入力により背景楽曲のコード進行、ユーザの動きに適した作曲が行われる、水野らによる演奏未経験者のためのスマートフォンセンサを用いた即興合奏支援システムの試作 [2] があげられる。ピアノを用いて作曲するものとしては、ピアノにテンポや音の強弱、音の高低、同時入力音数などユーザのおおまかな演奏意図を保持し、音楽知識、技能を補完することによって演奏を楽しむことができる。例として、谷井らによる音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム”INSPIRATION”[3] があげられる。加速度センサを用いる作曲として、靴に無線加速度センサを取り付け、ダンスを踊ることで、音楽を演奏することができる藤本らによるウェアラブルダンシング演奏システムの設計と実装 [4] があげられる。この中でも、既存研究の JamSketch は、描いた旋律概形を考慮したメロディが出来上がる所以、直観的に作曲することができ、専門的な知識を必要としないため、誰でも簡単に作曲を楽しむことができる。しかし、現在のシステムでは、ユーザの意思が作曲に反映される部分は、旋律概形による音の高低差のみである。そのため、ユーザの作曲に対する自由度が低いことが問題である。

1.2 本研究の目的

本研究では、ユーザがリズムを変更したり音に強弱を付けることができるよう JamSketch の拡張に取り組んでいる。西洋音楽では「音楽の三要素」は、メロディ、ハーモニー、リズムによって成り立っているとされている。これより、作曲をする上でリズムを付けることは重要度が高い [5]。音の強弱を付けることで、「音楽にメリハリを付ける」「表現力を付ける」ことが出来る。これにより、相手に伝わる演奏をする事が出来る [6]。本稿では、実際にこれらの機能を用いて、JamSketch よりもユーザの作曲に対する自由度が上がったか実験を行ったため報告する。

1.3 本論文の構成

本論文は次の構成からなる。第2章では、本研究に関する既存研究や既存システムについて述べる。第3章では、本研究の実現のためのシステム構成や処理の方法を述べる。第4章では、本システムを初めて使ったときに使いこなせるかどうか、ある程度使いこなせるようになったときにどのような振り舞いをするかを調べる。第5章では、被験者実験を行った結果を述べる。第6章では本稿の結論、また今後の課題について述べる。

第2章 関連研究

ここでは、関連する研究を紹介し、それらで未解決の課題を述べ、本研究における方針を述べる。

2.1 旋律概形に関する研究

2.1.1 JamSketch[1]

横軸を時間、縦軸を音の高さとするピアノロール画面(図 2.1.1)にマウスやタッチスクリーンを用いて旋律概形を描画すると、即座にその概形に沿ったメロディが生成される(図 2.1)システムである。このシステムでは、描いた旋律概形を考慮したメロディが出来上がるため、直観的に作曲することができ、さらには専門的な知識を必要としないため、誰でも簡単に作曲を楽しむことができる。しかし、現在のシステムでは、ユーザの意思が作曲に反映される部分は、旋律概形による音の高低差のみである。

2.1.2 旋律概形を用いた作曲支援システム [7]

旋律編集支援システムである。自動作曲システムで作成した楽曲が満足のいくものでなかったときに、音楽経験の少ないユーザが旋律概形を用いることで編曲し、それを音符列に戻す。しかし、このシステムは各音高の状態遷移確率の調節ができないため、ユーザが同じ箇所を何度も編集する場面があった。これより、ユーザに

明確な編集後の目標が存在しているとユーザの希望に沿った実行結果を得ることが難しい。

2.1.3 紙面上に描いた旋律概形をもとに作曲するシステム [8]

自動作曲支援システムである。作曲することは、スケッチとは違い複雑である。そこで、紙に描いた旋律概形をもとに作曲を行う。しかし、紙面上に旋律概形を描くより、タブレットの画面上に旋律概形を描いたほうが即興演奏にも対応できるなど利便性が高い。

2.2 楽器演奏未経験者を対象とした演奏支援に関する研究

2.2.1 演奏未経験者のためのスマートフォンのセンサとベイジアンネットワークを利用した直感的動作による即興合奏支援システム [2]

即興合奏支援システムである。背景楽曲に合わせて動いた身体動作からスマートフォンに搭載されたセンサを用いて、リズムと旋律概形の入力を行い、背景楽曲のコード進行とユーザの動きに適した音が出力される。センサを用いて、5m/sごとに加速度、速度、速度の変化、移動距離、重力加速度を取得する。背景楽曲に合わせたユーザの動きから得たセンサーの値を利用した訓練データを用いて学習することによって演奏における出力する音名や発音タイミングの推定を行うことや、ユーザの上下動と一致した音高の上下動の予測精度を向上させる可能性を示した。

2.2.2 音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム

”INSPIRATION”[3]

演奏支援システムである。鍵盤楽器に対して、ユーザが入力したテンポや音の強弱、音の高低、同時入力音数などのおおまかな演奏意図を保持し、音楽知識・技能を補完するため、音楽知識の乏しい人間でもある程度意思の反映した演奏生成が可能となった。今後の展望として、ピアノ未経験者が作編曲できるようなシステムにしていきたい。しかし、鍵盤入力であるため入力結果を見ながら、出力結果と比較することができない。

2.2.3 ウェアラブルダンシング演奏システムの設計と実装 [4]

ウェアラブルダンシング演奏システムである。靴に無線加速度センサを取り付け、ダンスを踊りながら音楽の演奏ができる。このシステムは、楽器演奏未経験者でも使用することができるが、ダンス経験が関係してくるので誰にでも優しいシステムではない。

2.2.4 調整判断の不要な身体動作入力による即興合奏支援システム

の試作 [9]

即興合奏支援システムである。調性判断ができない音楽未経験者でも、直感的なジェスチャー操作によって背景楽曲と即興合奏できる。音楽未経験者の即興合奏を難しくするのは調性なので、調性の認識をシステムが補うことで即興合奏を可能にする。具体的には、音高の上下（旋律線）とリズムを身体動作で入力すると、背景楽曲のコード進行に対する調性の制約を満たす音列が生成され、不協和にならない即興合奏を可能にする。身体動作の入力には Intel RealSense を用い、音

の種類の指定, 音の開始, 音の停止, 音高の上下といった操作を直感的なジェスチャーに割り当てる. しかし, このシステムでは音の強弱をつけることがない.

2.3 筆圧に関する研究

2.3.1 液晶タブレットを使用して旋律を生成するシステムに関する研究 [10]

液晶タブレット上に, 入力中の筆圧値を表示せずとも, 被験者は筆圧の強弱を分離することが可能かという実験である. 被験者の筆圧の強/弱はシステムと一致した. しかし, 被験者の筆圧の強/中/弱はシステムと一致しなかった. 筆圧に応じて, 円の半径を変化させる表示を行ったところ, 何も表示しないより, 被験者の受ける印象が強いことが分かった. この研究結果より, 本研究の筆圧を視覚化することは意義があると考えられる.

2.4 本研究における方針

[1][7][2][3][4][9] のように作曲支援システムは, 簡単な操作性で楽器演奏未経験者を対象とした研究が多く存在した. [1] では, 音高のみを旋律概形を用いて, 入力するため簡単な操作であるもののユーザの意思を反映するには自由度が低い. [7]において, ユーザが明確な編集後の目標が存在している場合, 納得いかない部分を何度も編集していることから, 作曲に自由度をもたせることは大切であると考えられる. そこで, 本稿において JamSketch[1] にリズムと音の強弱を付ける機能を追加することで簡単な操作性でありながら, 作曲に自由度をもたせる. [2][3][9] のように, ユーザの意思でリズムを付ける事ができる研究は存在したが, さらに音の強弱を付ける事ができる研究はなかった. そこで, 本稿では, JamSketch[1] にリズムと音の強弱を付ける事ができるシステムを作成する.

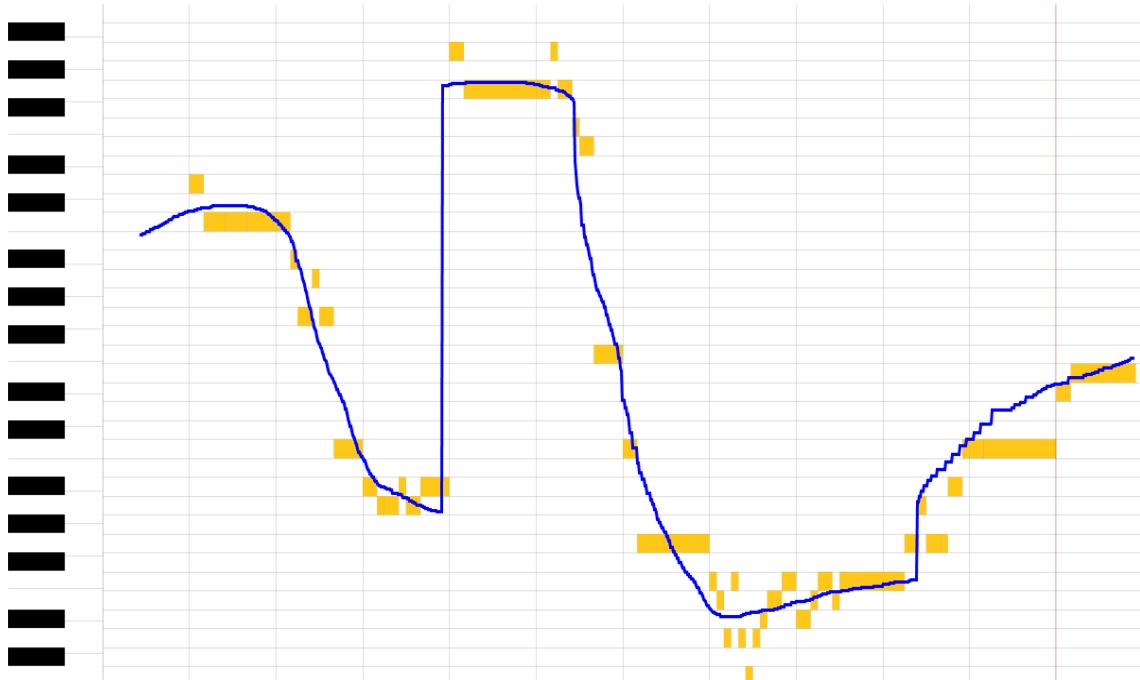


図 2.1: JamSketch の画面側



図 2.2: 旋律概形から生成されるメロディ

第3章 システム構成

本章では、システム概要と内部処理について述べる。

3.1 システム概要

本稿では、JamSketch にユーザが意図的にリズムを変更できる機能と音の強弱を変更することができる機能を追加する。どちらの機能においても、ユーザが直観的に行ってもらうために、音の高低差を決めるために描く旋律概形を描きながら指定することができるようとする。さらに、描いた線が視覚的にもどのような演奏になるか推測できるようとする。そこで、リズム変更機能は、リズムを変更したい箇所に波線を描いてもらうことで、波線の大きさに応じて、リズムを変更することとする。音の強弱変更機能は、旋律概形を描いているときの筆圧に応じて音の強弱をつけることとし、筆圧に応じて描いた線の太さを変更することで、視覚的に音の強弱が分かるようとする。

3.1.1 旋律概形によるリズムの変更

メロディのリズムを自由に制御するのは困難であるため、ここではメロディの音符密度のみを制御する。音符密度が高い場合は符点 8 分音符のような短い音符が数多く配置され、音符密度が低い場所には 2 分音符のような長い音符が少数配置される。この音符密度を旋律概形に微細な変動を加えることで制御する。音符密度を上

表 3.1: リズムの変更

s	音符密度		1 小節あたり に入る音符数
0~10	高い		12
11~50			6
51~	低い		2

げたいときは、周期と振幅の小さい変動を加え、音符密度を下げたいときは、周期と振幅の大きな変動を加える。リズムと波線の対応関係を表 3.1 に示す。

筆圧による音の強弱の変更

ユーザの入力する筆圧を 4 段階に分け、音の強弱を定めた。筆圧を 4 段階に振り分けることで、ユーザの細かなこだわりにもある程度対応でき、筆圧の調整も容易であると考えた。筆圧と線の太さの対応関係を表 3.2 に示す。

3.2 システム内部処理

3.2.1 旋律概形によるリズムの変更

JamSketch のリズムは、旋律概形の傾きとデータベースと 1 小節あたりに入る音符数を考慮し、決定する。本システムでは、入力された旋律概形とそれを平滑化したものの差を求めてることで、音符密度の制御を目的とした微細変動を抽出す

表 3.2: 音の強弱の変更

筆圧の強さ	筆圧		ベロシティ
強い	3000~		127
	2000~2999		80
	1000~1999		50
弱い	~999		30

る。いま、旋律概形を $y(t)$ とし、それに対して移動平均により平滑化を行ったものを $\bar{y}(t) = \frac{1}{\tau_0} \sum_{\tau=0}^{\tau_0-1} y(t+\tau)$ (現在の実装では、 $\tau_0 = 91$) とする。両者の差 $\delta(t) = \bar{y}(t) - y(t)$ に対して、 $s = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T-1} (\delta(t+1) - \delta(t))^2}$ ($T:1$ 小節あたりの音符数) を求め、この値により音符密度を決定する。リズムの決定の範囲は、1 小節ごととする。 s と音符密度の対応関係を表 3.1 に示す。

3.2.2 筆圧による音の強弱の変更

本システムでは、描いている箇所の筆圧を取得するために、ペン先が触れている x 座標、 y 座標、筆圧を出力してくれるライブラリ「JWinPointer」[11] を用いた。音の強弱の変更は、ベロシティを変更することとした。筆圧と線の太さとベロシティの対応関係を表 3.2 に示す。

第4章 システム実行例

本章では、システム実行例について述べる。

4.1 システム実行例

リズムの変更を実際に行った実行例を図 4.1 に示す。前半に描いたい小さい波線の箇所に、生成された音符の長さを見てみると 3,4,5 小節目が 1 小節あたり音符数が 12 個であることから小さい波線を描いた箇所が音符密度を上げることができることが分かる。後半に描いた大きい波線の箇所は、楽譜をみると 8,9,10,11,12 小節目が 1 小節あたり音符数が 2 個であることから大きい波線を描いた箇所が音符密度を下げできていることが分かる。

音の強弱の変更を実際に行った実行例を図 4.2 に示す。初めから中盤にかけて徐々に太く描かれている部分が、ベロシティ表示では、1~4 小節が徐々に上がっていることが分かる。後半の線の太さが細い、太いを繰り返している部分が、ベロシティ表示では 7~11 小節にかけて上がり、下がりを繰り返していることが分かる。

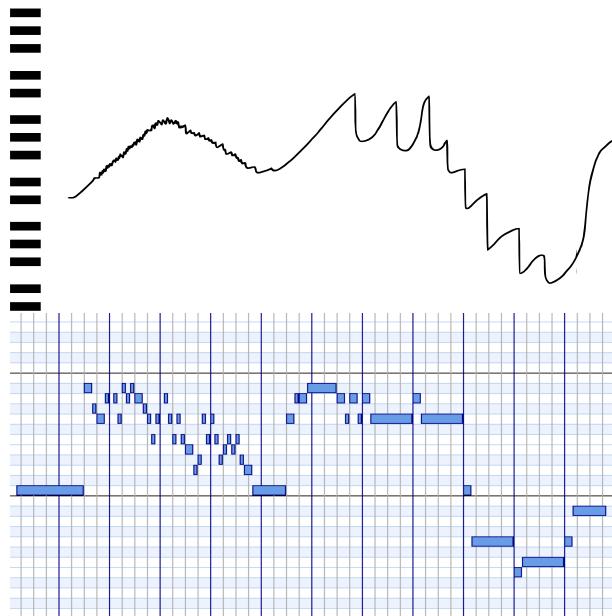


図 4.1: 旋律概形を用いたリズムの変更

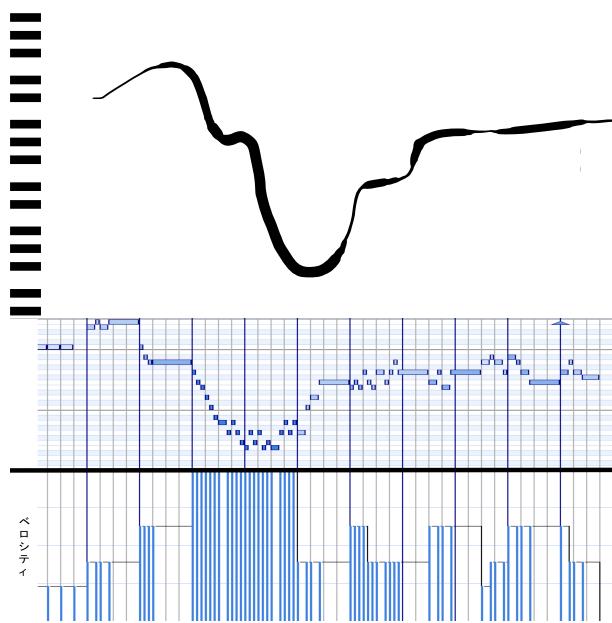


図 4.2: 筆圧を用いた音の強弱の変更

第5章 評価実験

本章では、評価実験を行った実験環境と実験1、実験2について述べる。

JamSketchに新たに実装したリズム（音符密度）変更機能（以下、リズム機能と呼ぶ）と筆圧機能の有効性を検証するため、被験者実験を行った。2つの機能を短期間のうちに同時に使いこなすようになることは難しいと予想されることから、それぞれの機能に対する実験は別々に行った。すなわち、リズム機能の有り条件と無し条件を比較する際には筆圧機能は無効にし、筆圧機能の有り条件と無し条件を比較する際にはリズム機能は無効にした。

本システムを初めて使ったときを使いこなせるかどうかと、ある程度使いこなせるようになったときにどのような振る舞いをするかを明らかにするため、実験1と実験2に分けて実験を行った。

5.1 被験者

被験者は大学生20名（21～24歳、男性9名、女性11名）である。このうち、10人をリズム機能の実験に、残りの10人を筆圧機能の実験に割り当てた。上述の通り、実験1と実験2は被験者は共通である。被験者の楽器演奏、即興演奏経験の人数は、表5.1に示す。楽器演奏経験の内訳は、1～3年が4人、4～6年が4人、7～10年が4人であった。

表 5.1: 被験者の音楽的背景

	あり(人)	なし(人)
演奏経験	13	7
即興演奏	2	18

5.2 実験 1

実験 1 では, JamSketch と拡張された本システムの演奏をひかくすることで, 本システムのほうがより作曲の自由度が上がるかどうかを確かめる. 本稿における作曲の自由度とは, 機能を追加することで作曲の幅が広がることである. さらに, 実験者が出した指示を被験者が再現できるかを確かめる課題実験を行うことにより, ユーザが機能を使いこなすことができているかを確かめる.

5.2.1 実験手順 (リズム機能)

実験は次の手順で行った.

1. 本システム (リズム機能無し条件) の使い方を説明する.
2. リズム機能無し条件で 5 分間自由に練習してもらう.
3. リズム機能無し条件で 48 小節 (4 画面分) 作曲をしてもらう. このとき, スクリーンショットと生成された MIDI データを記録する.
4. リズム機能有り条件での本システムの使い方を説明する.
5. リズム機能有り条件で, 実験者の指示通りに旋律概形を書く練習をしてもらう.
6. リズム機能有り条件で 5 分間自由に練習してもらう.

7. リズム機能有り条件で 48 小節（4 画面分）作曲をしてもらう。このとき、スクリーンショットと生成された MIDI データを記録する。

5 における実験者の指示は「10, 11, 12 小節あたりのリズムはゆっくりにしてください」「全て一定のリズムにしてください（リズムは、どの速さでも良い）」「最初はリズムを速くし、真ん中でリズムを標準にし、最後はリズムがゆっくりになるようにしてください」の 3 つとした。順序効果を防ぐため、被験者の半数は 1~3 と 4~7 を入れ替えて実施した。

実験後には、次の質問に答えてもらった。

Q1 線の描き方を変えることでリズムを変更することは思い通りにいきましたか

Q2 自分の思い通りにリズムにメリハリを付けることができましたか

Q3 描いた線は思い通りのリズムになりましたか

Q4 リズムをつけることができる機能が必要だと感じましたか

Q5 このシステムを使ってみて楽しかったですか

5.2.2 実験手順（筆圧機能）

「リズム機能」が「筆圧機能」になる以外は、5.2.1 節の手順と同様である。ただし、5 における実験者の指示は「全て音を弱くしてください」「9 小節が一番音が強くなるようにしてください」「1 小節から 5 小節にかけて徐々に音を弱くし、6 小節から 12 小節にかけては一定の音の強さにしてください（一定の音の強さはどの強さでも良い）」とした。また、実験後の質問項目は次の 5 つとした。

Q1 筆圧により描く線の太さを変えることで音の強弱を付けることは容易でしたか

Q2 自分の思い通りに線の太さを変更することはできましたか

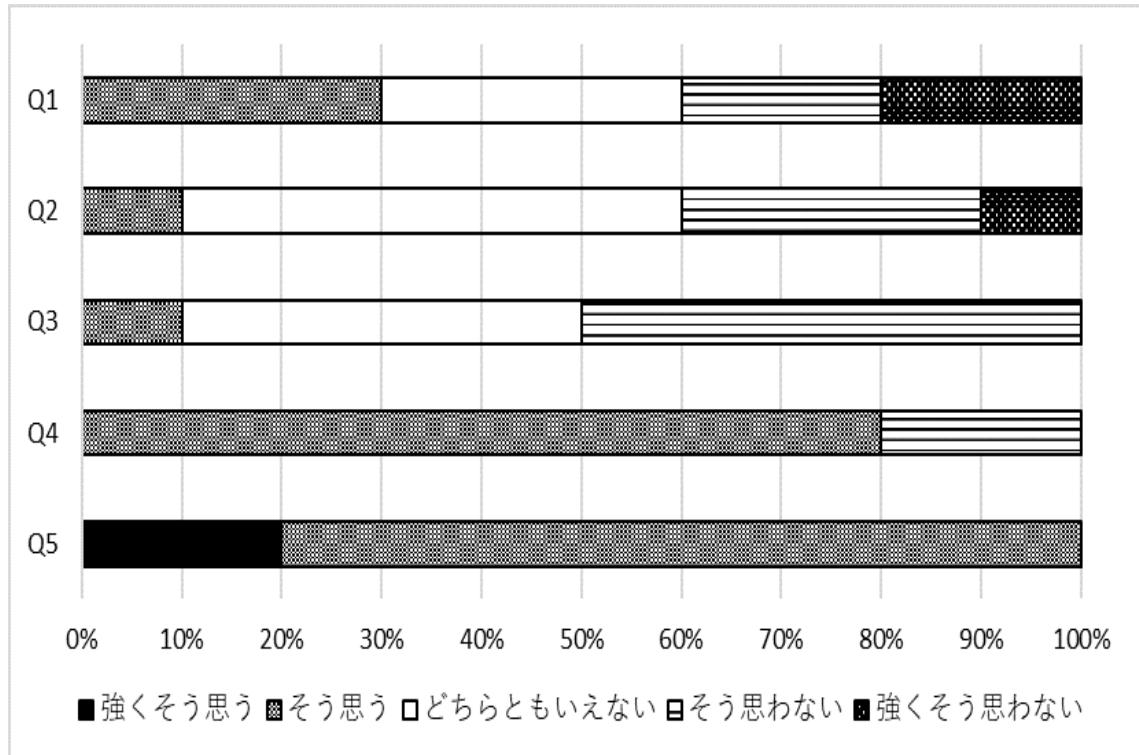


図 5.1: 実験 1(リズム機能)

Q3 自分が描いた線はの太さは、思い通りの音の大きさになりましたか

Q4 音の強弱をつけることができる機能が必要だと感じましたか

Q5 このシステムを使ってみて楽しかったですか

5.2.3 実験結果 (リズム機能)

質問に対する回答を図 5.1 に示す。Q1(線の書き方を変えることでリズムを変更することは思い通りにいきましたか), Q2(自分の思い通りにリズムにメリハリを付けることができましたか), Q3(描いた線は思い通りのリズムになりましたか)に対して「強くそう思う」と答えた被験者がおらず、「そう思う」と答えた被験者が 3 名以下であったことから、5 分という短い時間内でリズム機能を使いこなすように

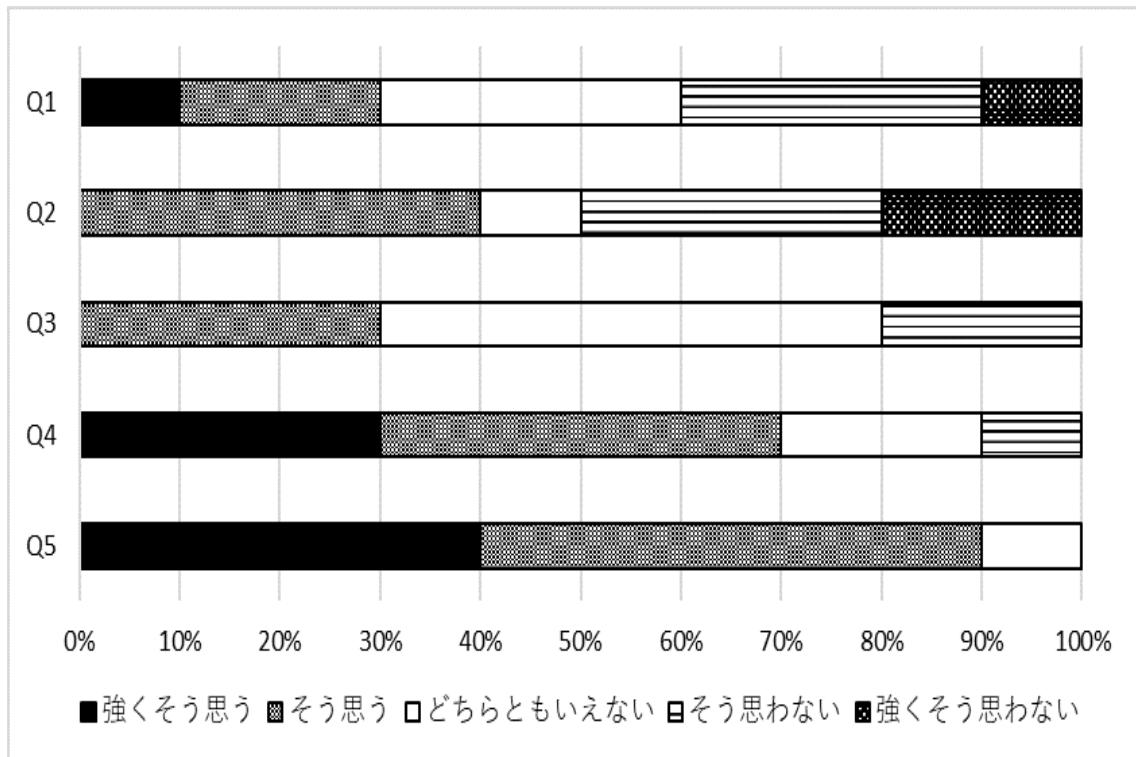


図 5.2: 実験 1(筆圧機能)

なることは難しかったと考えられる。一方、Q4(リズムをつけることができる機能が必要だと感じましたか)には 10 名中 8 名が「そう思う」と答えていたことから、十分に使いこなせなかった被験者も、リズム機能の必要性には理解を示していることが分かった。Q5(このシステムを使ってみて楽しかったですか)には全員が「強くそう思う」または「そう思う」と答えていたことから、本システムによって楽ししく作曲を楽しめることが分かった。ただし、JamSketch そのものの効果である可能性は高く、リズム機能の寄与は明らかではない。

5.2.4 実験結果（音の強弱）

質問に対する回答を図 5.2 に示す。Q1(筆圧により描く線の太さを変えることで音の強弱を付けることは容易でしたか)では 10 名中 2 名、Q2(自分の思い通りに線

の太さを変更することはできましたか)では4名, Q3(自分が描いた線はの太さは、思い通りの音の大きさになりましたか)では3名が「そう思う」または「強くそう思う」と答えており、リズムに比べると、意図通りの筆圧で旋律概形の太さを制御し、音量を調節することは、容易であったと考えられる。Q4(音の強弱をつけることができる機能が必要だと感じましたか)は10名中7名が「強くそう思う」または「そう思う」と答えており、こちら多くの人が筆圧機能の必要性を認める結果となった。実験後の感想として「音量の違いがよく分からなかった」と言っていた人もおり、メロディにおける音の強さを聞き分ける経験がない人には、効果が分かりにくかった可能性がある。リズム機能と異なり「強くそう思わない」と答えた人が1名いたことは、このことも関係している可能性がある。Q5(このシステムを使ってみて楽しかったですか)については、リズム機能と同様、ほとんどの被験者が楽しく作曲ができたという結果になった。ただし、筆圧機能がそれに寄与したかどうかは明らかではない。

5.3 実験2

実験2では、実験1に参加した被験者に日にちを改めて来てもらい、習得度が作曲にもたらす効果を確かめた。

5.3.1 実験手順(リズム機能)

1. リズム機能無し条件で12小節(1画面分)作曲してもらう。
2. リズム機能有り条件で12小節(1画面分)作曲してもらう。
3. 1と2をあと2回繰り返す。

いずれもスクリーンショットと生成されたMIDIデータは記録した。こちらも順序効果を防ぐため、被験者の半数は1と2を入れ替えて実施した。

1, 2 が終わるごとに, 次の 2 つの質問項目に答えてもらった.

Q1 意図通りの演奏になりましたか

Q2 演奏を聞いてみて気に入りましたか

5.3.2 実験手順 (筆圧機能)

「リズム機能」が「筆圧機能」になる以外は 5.3.1 節の手順と同様である.

5.3.3 実験結果 (JamSketch)

リズム機能と筆圧機能なし 1 回目のスクリーンショット (図 5.3, 図 5.4, 図 5.5) は 3 人の例であるが他の 17 人においても同様に, 十分に音の高低差を付けた演奏をしようとしていることが分かった. これより, 初めから全ての人が本人の意思通りに音の高低差を付けることができていると分かる. 初めて使用する人も回を重ねた人も差異なく本人の意思通りに音の高低差を付けた作曲をすることができると考えられる.

5.3.4 実験結果 (リズム機能)

質問に対する回答を図 5.6, 図 5.7, 図 5.8, 図 5.9 に示す. リズム機能無し条件では, Q1(意図通りの演奏になりましたか) は 1 回目から 3 回目までいずれも「強くそう思わない」と回答した人が 0 名, 「そう思わない」と回答した人が 1 名であった. また, いずれの回も「強くそう思う」と回答した人と「そう思う」と回答した人の合計が 80% であった. このことは, 1 回目から一定程度本システムを使いこなせていたと考えることができる. リズム有り条件についても, Q1(意図通りの演奏になりましたか) は 1 回目から 3 回目までいずれも「強くそう思わない」と回答し

た人が0名、「そう思わない」と回答した人が2名以下であった。また、1回目、2回目では「強くそう思う」と回答した人と「そう思う」と回答した人の合計が60%，3回目では、「強くそう思う」と回答した人が0人、「そう思う」と回答した人が40%であり、回を重ねるごとに評価が上がるような傾向は見られなかった。このことから、リズム機能に関しても3回程度の試行では必ずしも習得度が上がるわけではないことがわかる。

しかし、Q2(演奏を聞いてみて気に入りましたか)に関しては、1回目の試行では、リズム機能無し条件で「強くそう思う」と答えた人と「そう思う」と答えた人の合計が50%であったのに対し、リズム機能有り条件では30%と少なかった。リズム機能無し条件もリズム機能有り条件も、「強くそう思う」と答えた人の割合は減っているものの、「強くそう思う」「そう思う」と答えた人の合計の割合は増えている。このことから、リズム機能が無し条件の方が最初は本人が気に入る旋律を作ることができるが、どちらの条件であっても、試行を重ねるごとに自分好みの旋律を作れるようになれることがわかる。リズム機能有りに関しては、10人中2人はリズムは回数をこなすたびに上達したとアンケートに答えていた。この2人の内の1人のスクリーンショットを見てみると、1回目(図5.10)では、波線を取り入れた旋律概形を描いていないことから、リズムを付けた演奏をしようとしていない。2回目(図5.11)では、全体的に波線が付き、リズムを付けた演奏をするようになった。3回目(図5.12)では、被検者は作曲前に「速い遅いのはっきりした曲」を作曲すると宣言しており、実際にところどころに波線が付いた旋律概形を描いていた。本人が気に入る旋律は回を重ねるごとに作れるようになることはこのことからも言える。

5.3.5 実験結果(筆圧機能)

質問に対する回答を図5.13、図5.14、図5.15、図5.16に示す。Q1(意図通りの演奏になりましたか)に関しては、筆圧機能無し条件では最初から「強くそう思う」「そう思う」と回答した人の合計が90%に達していたのに対し、2回目、3回目で

は 60% であった。一方、筆圧機能有り条件では 1 回目が 60% であったのに対し、3 回目では 70% になっている。さらに、10 人中 1 人が本システムは、筆圧と音の高低差を意識した線を書くのは難しくどちらか一方が劣ってしまうと答えており、スクリーンショットを見てみると 10 人中 4 人が筆圧を気にしそうな結果、単調な線になってしまっているのが見受けられた（図 5.17）。このことから、筆圧機能は最初は必ずしも使いこなしていたとは言えないが、回を重ねるごとに適切に使えるようになったものと推察される。Q2（演奏を聞いてみて気に入りましたか）に関しては、筆圧機能無しでは 1 回目から「強くそう思う」と「そう思う」の合計が 90% だったのでに対し、筆圧機能有りでは 1 回目は 60% であった。しかし、筆圧機能有りでは 2 回目および 3 回目は 70～80% であり、筆圧機能なしよりも作曲をすることは難しいといえるが慣れることによって適切なメロディを生成できるようになることが推察される。

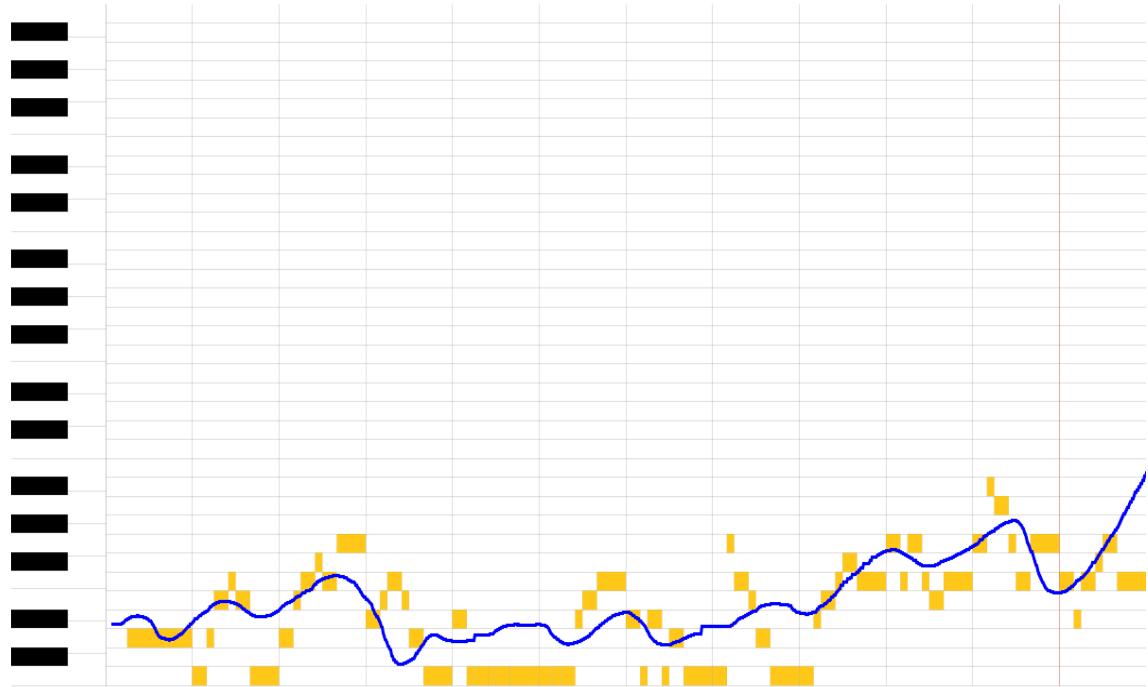


図 5.3: 実験 1 における被験者 1 による旋律概形 (筆圧機能なし条件, 1 回目)

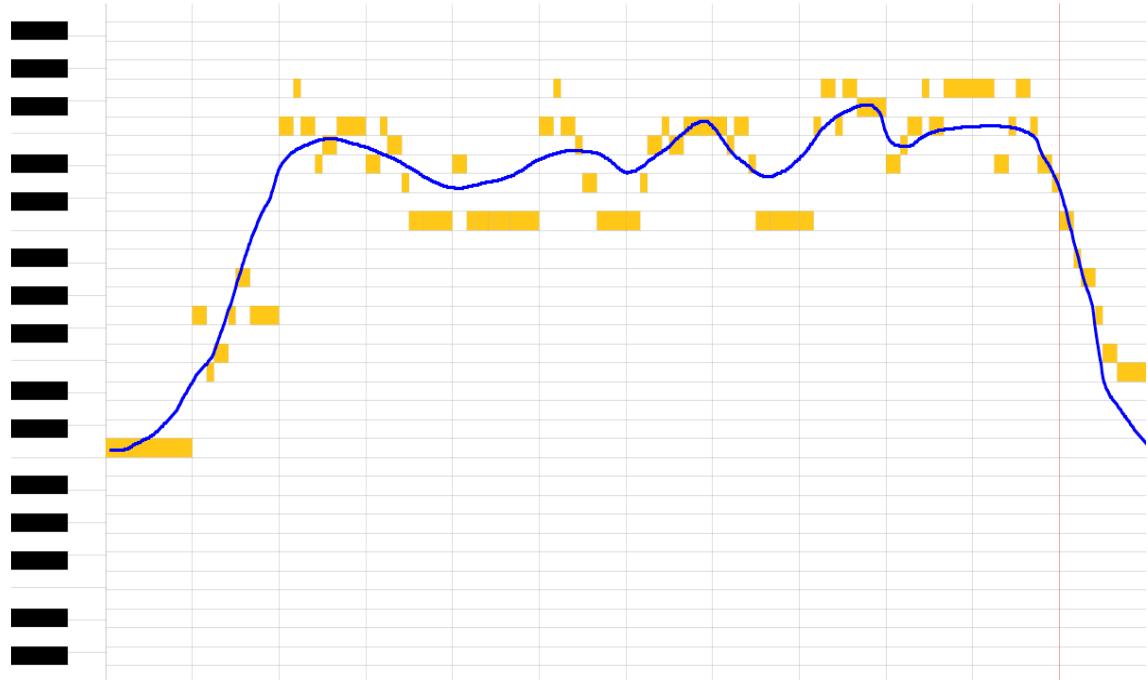


図 5.4: 実験 1 における被験者 2 による旋律概形 (リズム機能なし条件, 1 回目)

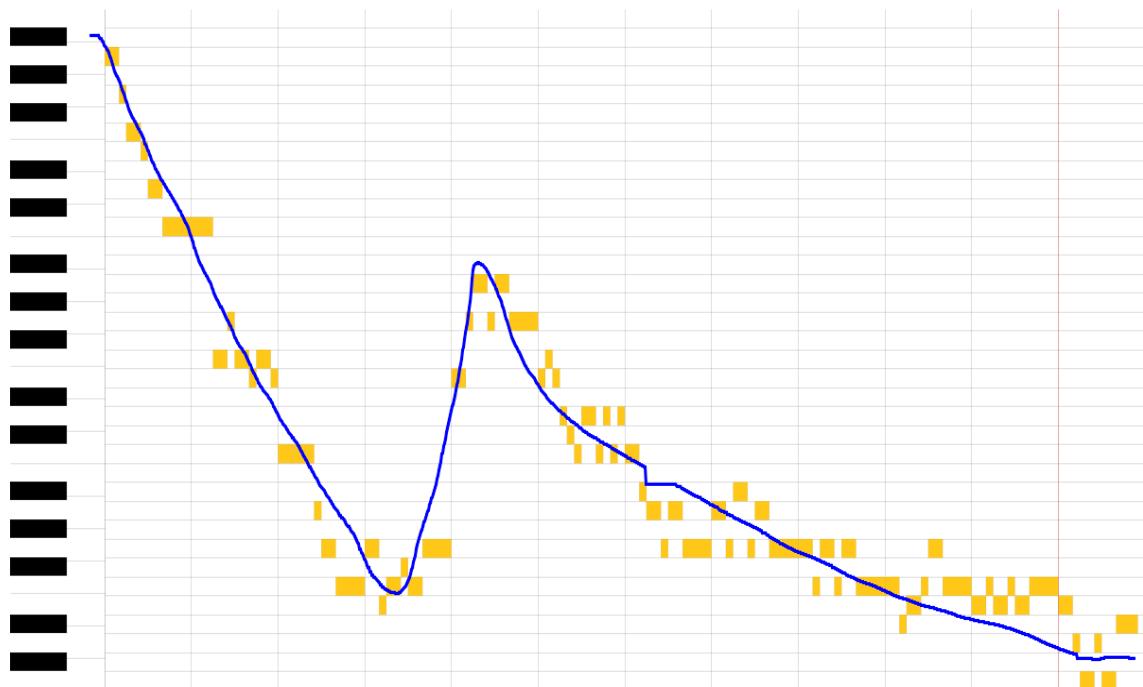


図 5.5: 実験 1 における被験者 3 による旋律概形 (リズム機能なし条件, 2 回目)

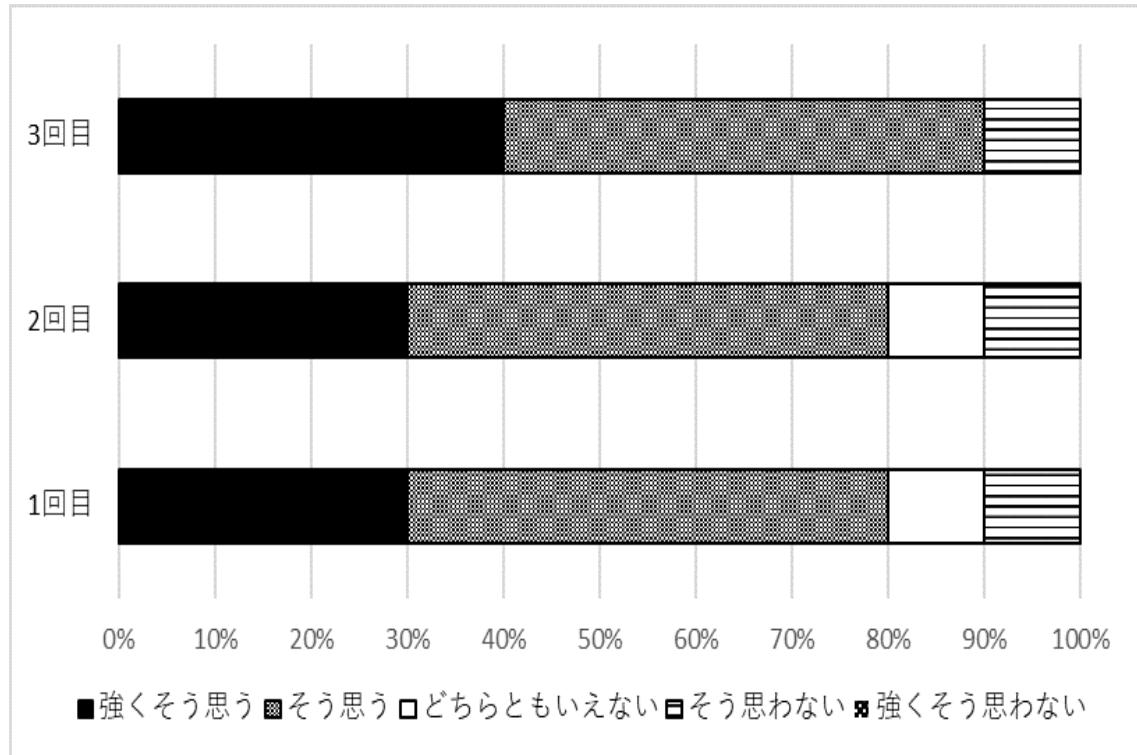


図 5.6: Q1(リズム機能なし)

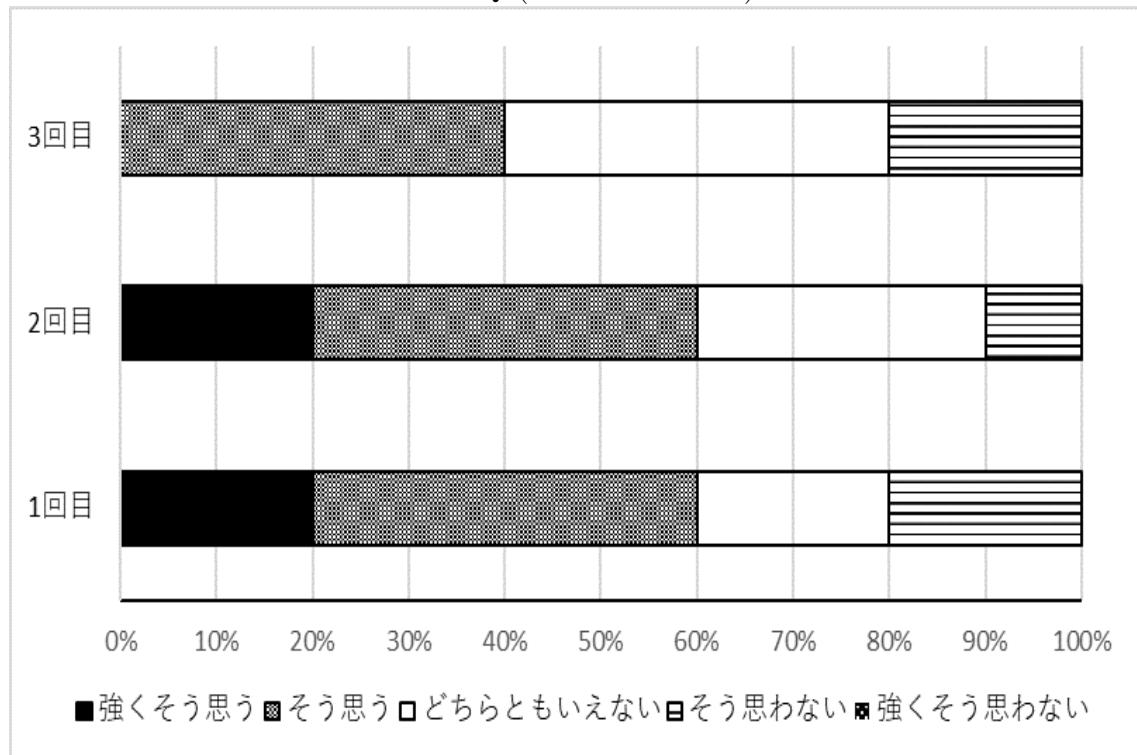


図 5.7: Q1(リズム機能あり)

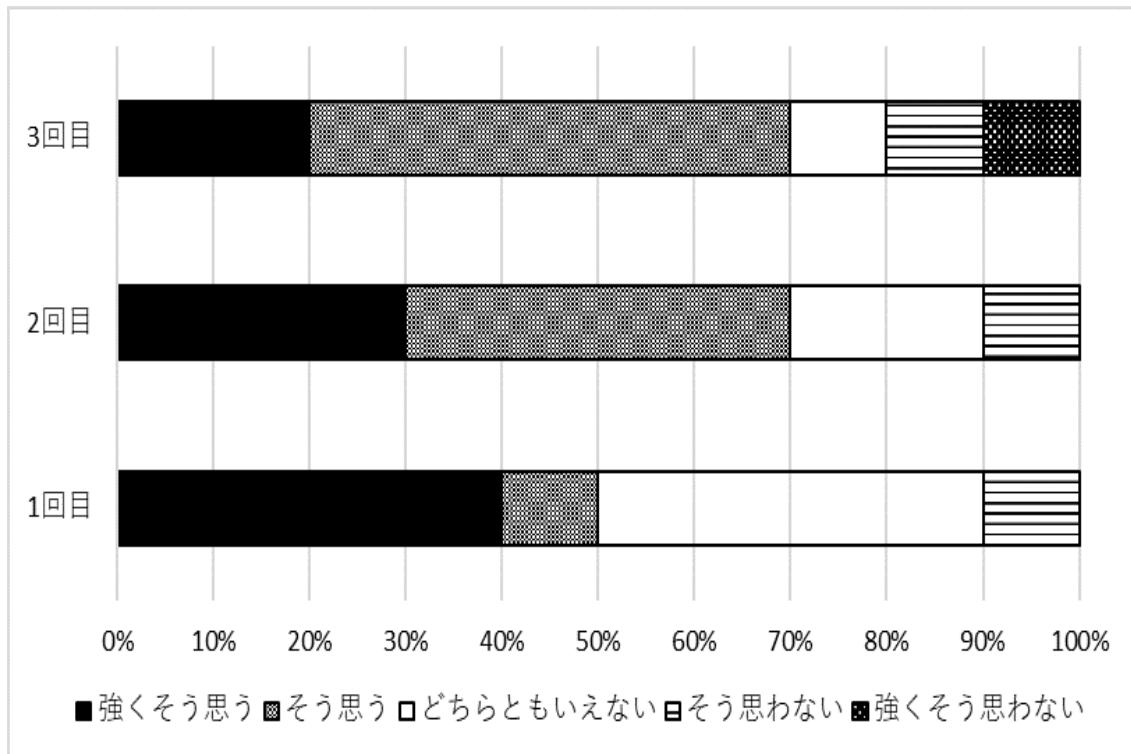


図 5.8: Q2(リズム機能なし)

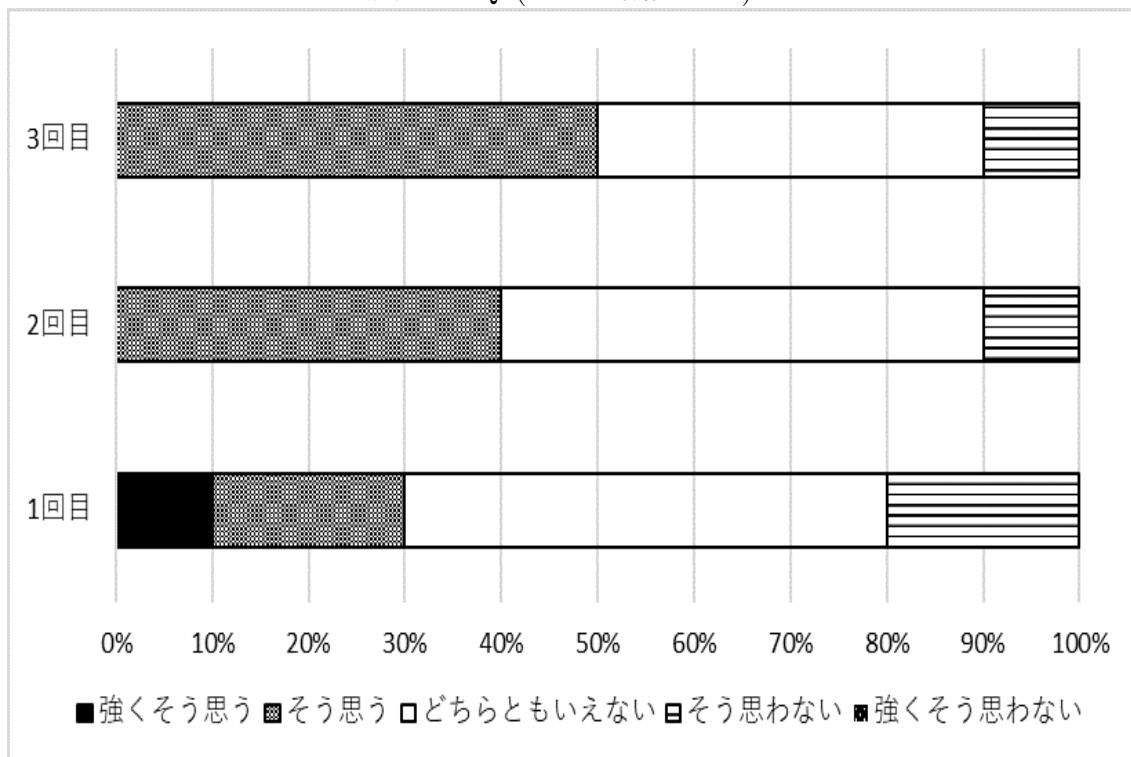


図 5.9: Q2(リズム機能あり)

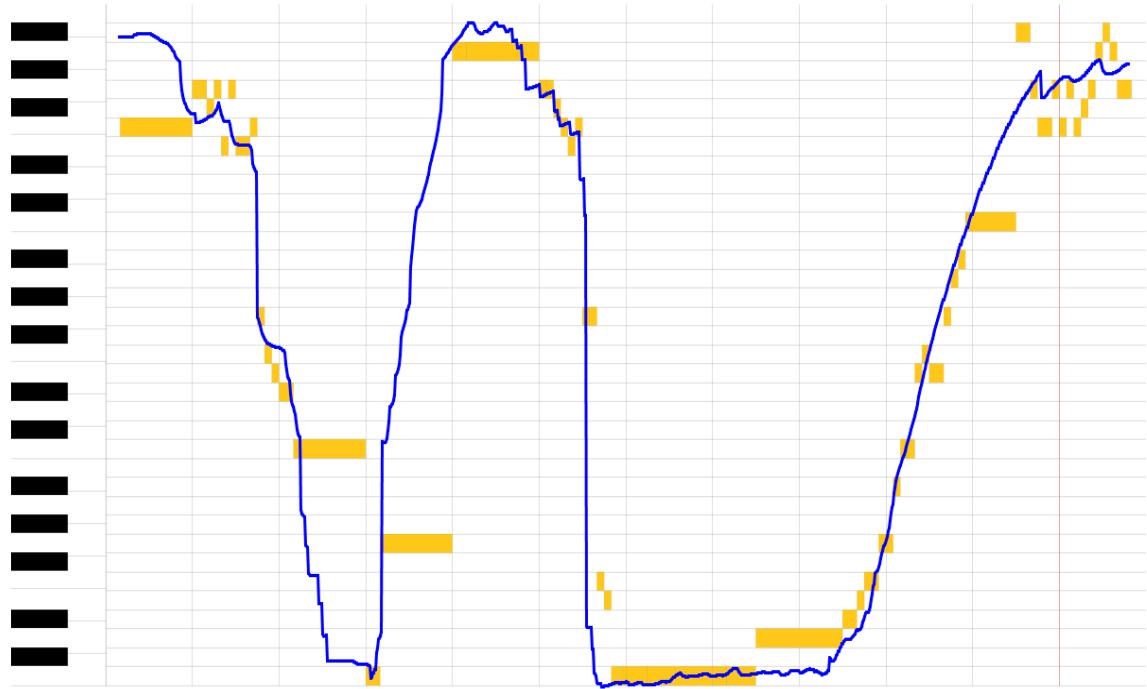


図 5.10: 1回目

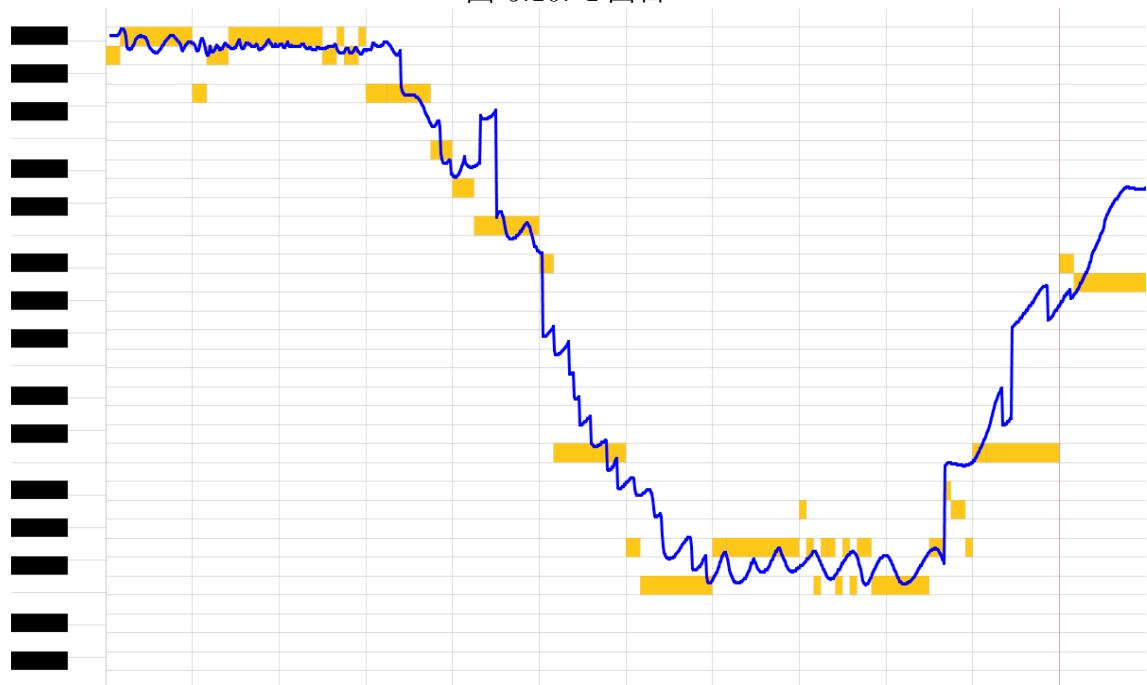


図 5.11: 2回目

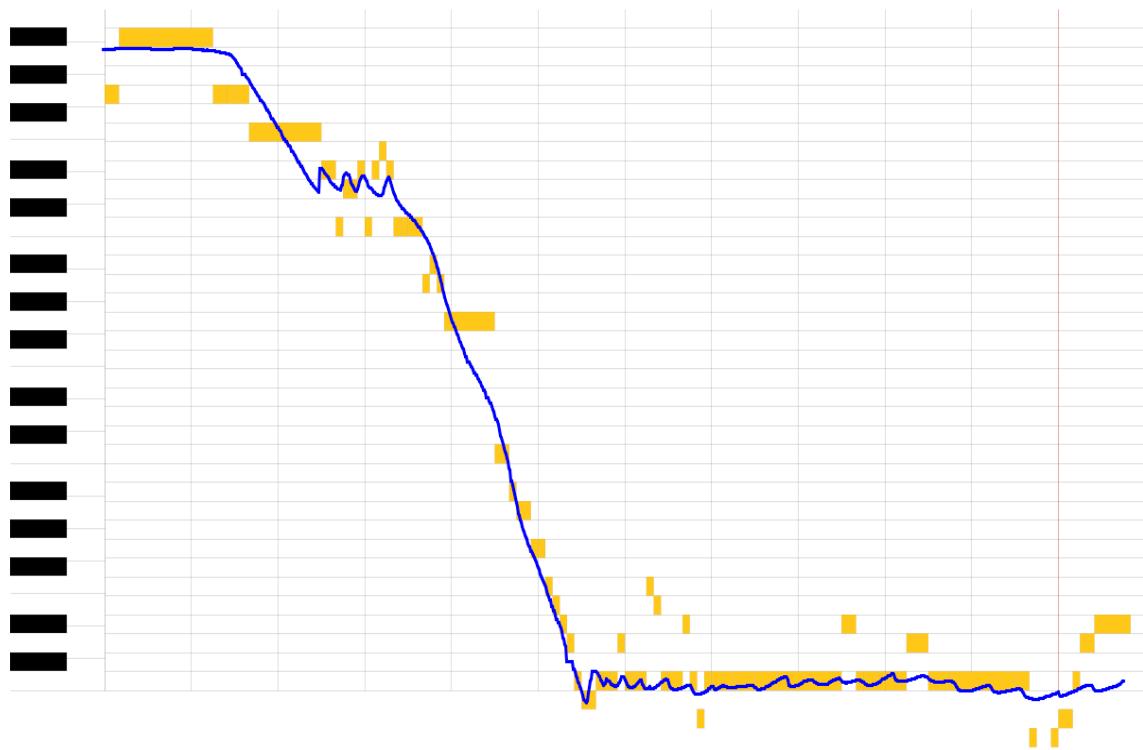


図 5.12: 3 回目

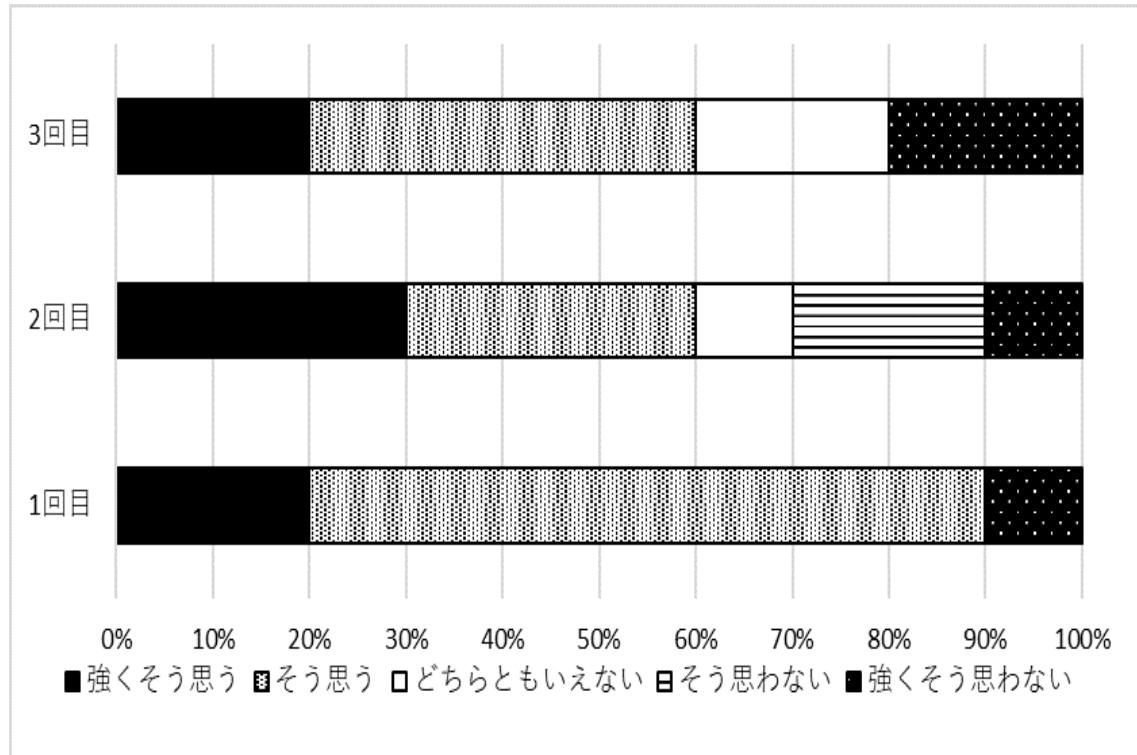


図 5.13: Q1(筆圧機能なし)

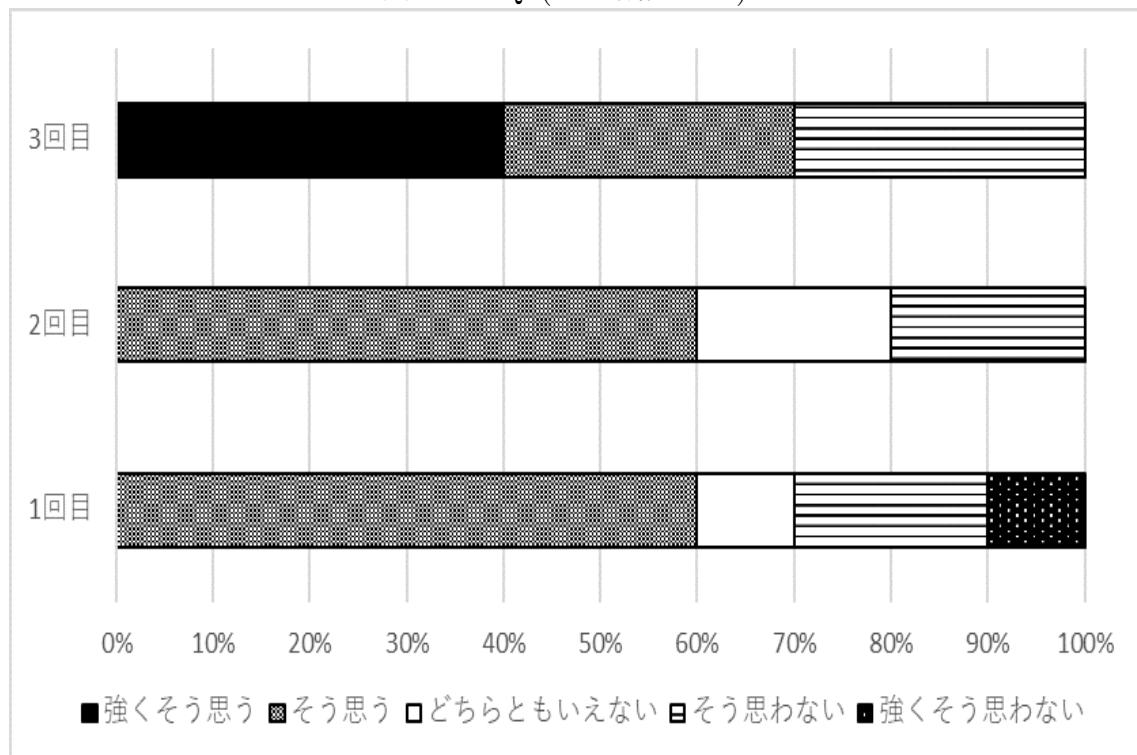


図 5.14: Q1(筆圧機能あり)

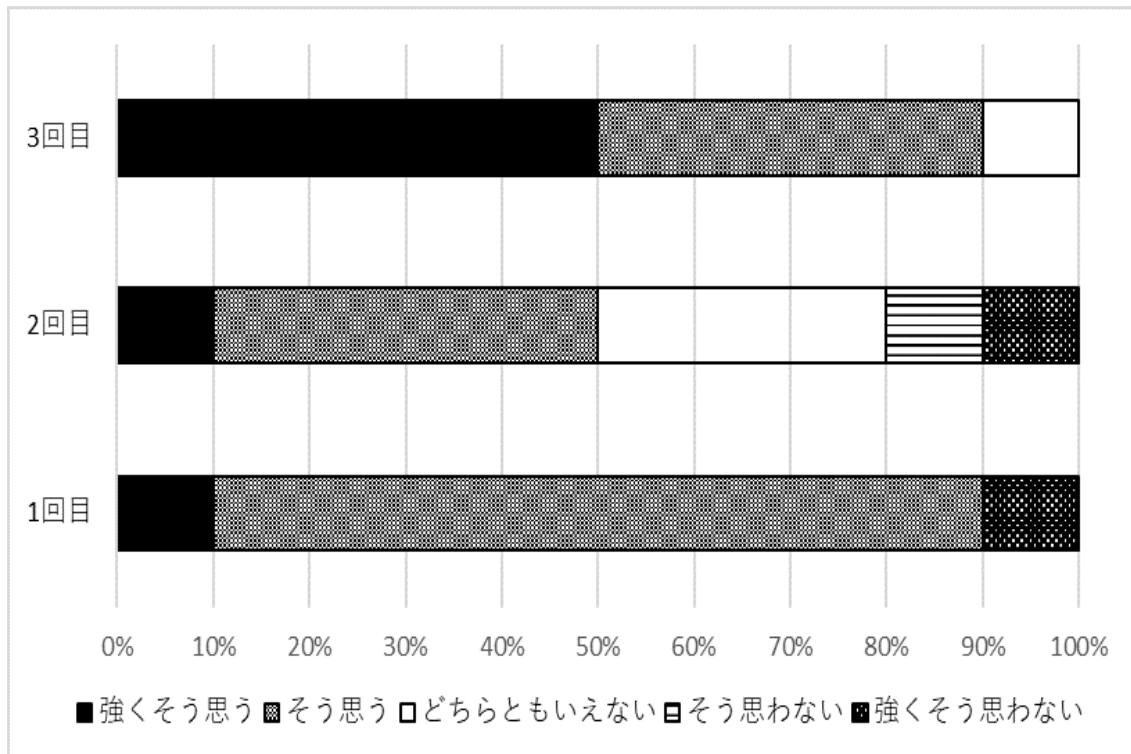


図 5.15: Q2(筆圧機能なし)

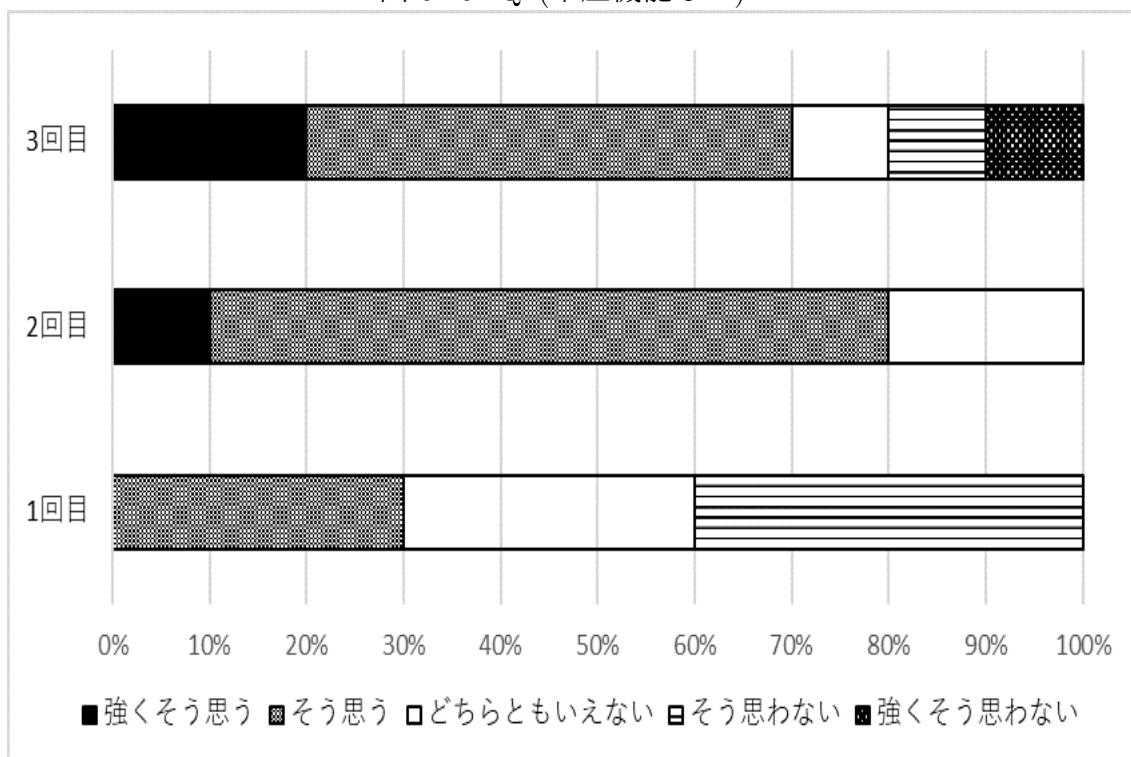


図 5.16: Q2(筆圧機能あり)

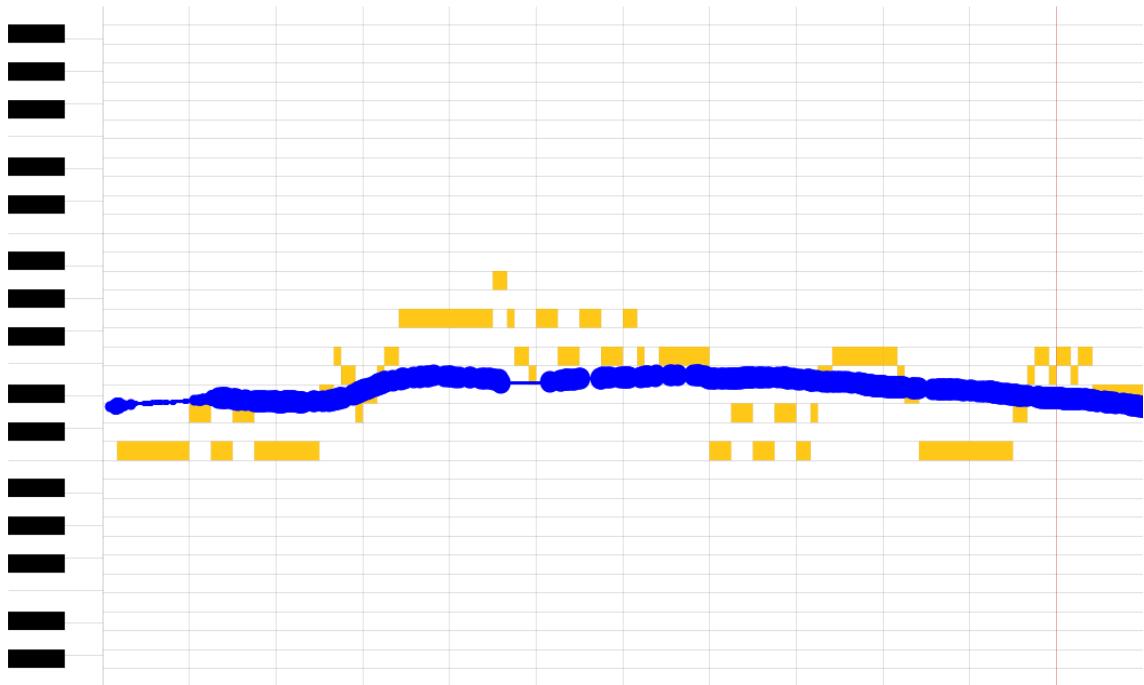


図 5.17: 単調な線例

第6章 結論

既存研究の JamSketch は、描いた旋律概形を考慮したメロディが出来上がるため、直観的に作曲することができ、専門的な知識を必要としないため、誰でも簡単に作曲を楽しむことができる。しかし、現在のシステムでは、ユーザの意思が作曲に反映される部分は、旋律概形による音の高低差のみである。そのため、ユーザの作曲に対する自由度が低いことが問題であった。この問題を解決するために、JamSketch にユーザが意図的にリズムを変更できる機能と音の強弱を変更することができる機能を追加し、本稿では有効性を確かめるための実験を行った。

被験者実験 1 では、本システムのほうがより作曲の自由度が上がることを確かめた。リズム機能あり + 筆圧機能なし条件を提案手法 1、リズム機能なし + 筆圧機能あり条件を提案手法 2 とし、JamSketch を比較手法とし、実験を行った。さらに、ユーザが機能を使いこなすことができているかも確かめるため、実験者の指示通りに旋律概形を描く課題実験を行った。

被験者実験 2 では、ある程度使いこなせるようになったときにどのような振る舞いをするかを明らかにした。実験 1 に参加した被験者に日を改めて来てもらい、リズム機能あり + 筆圧機能なし条件を提案手法 1、リズム機能なし + 筆圧機能あり条件を提案手法 2 とし、JamSketch を比較手法とし、実験を行った。実験 2(リズム機能あり)Q2 において、「強くそう思う」「そう思う」と回答した人の合計が 1 回目 50% から 3 回目が 70% に増加していることより、本人が気に入る旋律を作成することは、回数を重ねるごとに上手になると考えられる。

リズム機能あるいは、実験 2 (リズム有り)Q1 より回数を重ねるごとに評価は上が

らなかったことから、3回程度の試行では、波線の大きさを変更することによってリズムを変更することは、難しいと考えられる。しかし、リズムは回数をこなすたびに上達したとアンケートに答えていた被験者が1回目では、波線を取り入れた旋律概形を描いていない。2回目では、全体的に波線が付いた。3回目では、被験者は作曲前に「速い遅いのはっきりした曲」を作曲すると宣言しており、実際にところどころに波線が付き、リズムを変えたいと思う箇所を考えることができるようになったと考えられる。このことより、回を重ねるごとに本人が気に入る旋律概形を作れるようになるといえる。

音の強弱機能あるいは、実験2(筆圧機能あり)Q1の1回目が60%,3回目が70%より、筆圧の調整は回を重ねるごとに使えるようになるとわかった。さらに、適切なメロディ生成もできるようになる。10人中5人が筆圧機能ありを使用した後に筆圧機能なしを使用すると物足りなさを感じ、自分の意思通りになったが強弱があれば、もっと雰囲気が変わると答えた。さらには、10人中1人が自分が意図していた通りになり、強弱がでない演奏より気に入っていると答えた。このことから、初めて使用する人には筆圧を調整することは難しいがコツをつかむと音の強弱をつけた曲を作れるとわかった。この機能の問題点は、10人中1人が本システムは、筆圧と音の高低差を意識した線を書くのは難しくどちらか一方が劣ってしまうと答えしており、スクリーンショットを見てみると10人中4人が筆圧を気にしすぎた結果、単調な線になってしまっているのが見受けられた。しかし、回数を重ねると、上手に音の強弱を付けることができるようになったと答えた人が10人中6人いた。これより、複雑な機能が付いていてもコツを掴めば、作曲の幅が広がると考えられる。

以上より、リズム変更機能によって、ユーザの意思通りの旋律概形を作成することができることは示せたが、ユーザの気に入った旋律を生成することは不十分であった。筆圧機能によって、回を重ねるとユーザの意思通りに筆圧を調整することができ、ユーザの気に入った演奏ができる事を示した。

今後は、リズム変更機能によって作成した旋律概形をユーザが気に入った旋律に

生成する精度を上げ、初めて使用する人でも簡単に筆圧の調整が出来る工夫を検討する予定である。

参考文献

- [1] Teturo Kitahara, Sergio Giraldo, Rafael Ramirez: “JamSketch: Improvisation Support System with GA-based Melody Creation from User’s Drawing”, Proceedings of the 13th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research, pp.352–363, September 2017.
- [2] 水野創太, 一ノ瀬修吾, 白松俊, 北原鉄朗, ”演奏未経験者のためのスマートフォンセンサーを用いた即興合奏支援システムの試作”, The 31st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2017
- [3] 谷井章夫, 片寄晴弘, ”音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム”INSPIRATION”, 情報処理学会論文誌 43(2), 256-259, 2002-02-15
- [4] 藤本実, 藤田直生, 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦, ”ウェアラブルダンシング演奏システムの設計と実装”, 情報処理学会論文誌 Vol. 50 No. 12 2900–2909 (Dec. 2009)
- [5] リズム, http://sakkyoku.info/beginner/beginner_01/
- [6] 音の強弱 <http://confman.interaction-ipsj.org>
- [7] 土屋祐一, ”旋律概形を用いた作曲支援システム”, 日本大学大学院, 総合基礎科学地球情報数理科学科, 修士論文, 2013
- [8] Theophanis Tsandilas, Catherine Letondal, Wendy Mackay, ”Composing Music through Augument Drawing”, HAL, 819-828, 2009

- [9] 一ノ瀬修吾, 白松俊, ”調整判断の不要な身体動作入力による即興合奏支援システムの試作”, 情報処理学会論文誌 , 2016
- [10] 出口幸子, ”液晶タブレットを使用して旋律を生成するシステムに関する研究”, 情報処理学会研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC) ,2007(37(2007-EC-007)),25-30 (2007-05-10)
- [11] JWinPointer 入手先
(<http://www.michaelmcguffin.com/code/JWinPointer/>)

謝　　辞

本研究を進めるにあたり、北原鉄朗准教授ならびに藤井潤子様から丁寧かつ熱心なご指導を受け賜りました。ここに感謝の意を表します。また、評価実験の際に被験者を快く引き受けてくださいました皆様に感謝いたします。