

秋永晴子：MIDI 機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用

## MIDI 機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用

## 一音階演奏のベロシティと拍子拍のタイミナー

秋 永 晴 子

## ・はじめに

「耳に心地よいピアノ演奏」をすすめるのに、次のような点が考えられる。①強音も弱音も美しい（音がよい）。②フレージングとアーティキュレーションにかなった表情のある打鍵（音楽的である）。③洗練されたリズム感とテンポ感（のりがよい）。

したがって耳ざわりな演奏とは、きたない音で、不注意なフレージングとアーティキュレーションのためばらつきのある打鍵をし、波長にあわないリズムとテンポになったときである。そして、これらはおおむね、ピアノ演奏法における学習者の克服すべき課題となっている。

現代のピアノの打弦機構は、1700年代初めに発明された当時の打弦機構そのままではなく、長年にわたって改良を重ねた結果の産物である。それは、各時代の社会的背景や機械技術の発達と関わったもので、それぞれの時代における最良の打弦機構として用いられてきたのである。それにともないピアノ演奏法も、これらの進歩にそった奏法を求めて時代とともに歩んできたものといえる。

コンピューターや MIDI (Musical Instrument Digital Interface) 規格というデジタル技術の進歩している今日では、楽器とコンピューターを連携させた使い方が普及しつつある。例えば、アコースティック・ピアノを母体とする MIDI 機能付き自動演奏ピアノ（以下、自動演奏ピアノと略す）から、録音した MIDI データを DTM (Desk Top Music) システムに送り、その内容をすぐに、コンピューターのデスクトップ上や自動演奏ピアノで再生するということが可能である。これは、今送った演奏内容を客観的な「耳」と「目」で確認できる学習法となる。これらの機器とソフトウェアを活用することで、ピアノ学習の分かりやすさが期待できる。

本稿は、先に挙げた「心地よい演奏」を目指すべく、数年前から本学でも導入している自動演奏ピアノのグランド型と、今回新たに加わった映像と DTM システムなどを用いて、ピアノ演奏技術のうえで軽視できない音階演奏を、学習者の MIDI データを基に探ってみる。音を揃えて弾くとはどういうものなのか、リズムにのるとはどういうことなのか等、コンピューターのデスクトップ上に何がみえてくるかを調べて、また MIDI データはグラフにして提示する。とりあげるデータは、1997年1月から8月までの分を抜粋したものである。

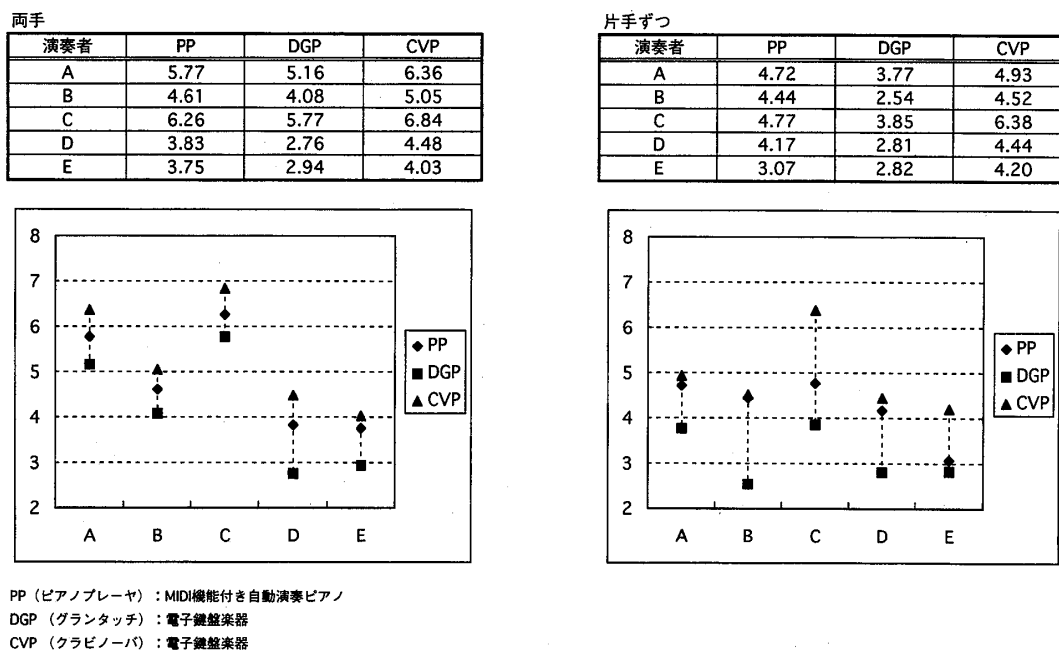
## ・自動演奏ピアノのペロシティの信頼度について

自動演奏ピアノは、アコースティック・ピアノを母体としてMIDIに対応させた楽器である。換言すると、アナログとデジタルが共存している楽器である。そこで、アナログの打弦機構から送られたMIDIデータが、電子鍵盤楽器のように信頼度の高いものであるか否かを、アコースティック・ピアノのタッチによく似た2種類の電子鍵盤楽器を使い、それぞれの楽器のMIDIデータのペロシティで検証することにした。

ペロシティ (Velocity [速度]) とは、ピアノ演奏技術の音の強弱に相当する意味であり、ピアノの打鍵の強弱は、打鍵の速度で決まる。MIDIではこれをペロシティと言い、音の強さかげんは、1から127までの数値であらわす。そして、このペロシティの標準偏差を、2種類の電子鍵盤楽器と比較することで、自動演奏ピアノの信頼度の検証ができると考えた。標準偏差は、ばらつきかげんを示す数値である。同じ人が同じテンポと同じ弾き方で、自動演奏ピアノ、2種類の電子鍵盤楽器を演奏した場合、ペロシティのばらつきかげんが、ほぼ同じだと仮定すると、自動演奏ピアノの打鍵のペロシティに対する信頼度は、自動演奏ピアノの標準偏差が電子鍵盤楽器に十分近ければ、信頼できると考えられる (図-1)。

なお、演奏者は、本稿でとりあげる熟達者2名 (A、B) と学習者3名 (C、D、E) による。演奏内容は、ハ調長音階の4オクターブの上行形と下行形を、両手と片手ずつ、4分の2拍子のM.M. ♩=60で弾いたものである。それぞれの楽器によるペロシティのMIDIデータは、紙幅の関係で割愛するが、データの必要な場合は、公表が可能である。

図-1 MIDI機能付き自動演奏ピアノと電子鍵盤楽器のペロシティの標準偏差グラフ



秋永晴子：MIDI機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用

この結果によれば、PP（自動演奏ピアノ）の標準偏差は、DGP（電子鍵盤楽器）とCVP（電子鍵盤楽器）の間をとっていることが分かる。つまり、DGPとCVPのベロシティが信頼できるならば、その間にあるPPのベロシティの値も信頼できると考え、これより以下、自動演奏ピアノのMIDIデータを基に分析を行っていく。

### ・コンピューターのデスクトップ上で見る学習法

バッハ（1685～1750）の息子であるC. P. E. バッハ（1714～1788）をはじめ、ベートーヴェン（1770～1827）の弟子でリスト（1811～1886）の師であるツエルニー（1791～1857）、ショパン（1810～1849）の草稿および弟子達の証言、世界的なピアニストであったギーゼキング（1895～1956）の師のライマー（1858～1944）、同じくりヒテル（1915～1997）の師のネイガウス（1888～1964）、アメリカのジュリアード音楽院の共同創立者であり、またツエルニー式の指を鍵盤に垂直に下ろす奏法と異なり、現代のピアノの打弦機構をふまえて、指のつけ根の関節を軸にした奏法を唱えたレヴィーン（1874～1944）など、ピアノ演奏法に関する書籍類は、数多く出版されている。例えば音階演奏について、ショパンは、初心者が練習する場合、手の生理学的な見地にもとづいて、調性の練習順番を示して指導した（エーゲルデンゲル著『弟子から見たショパン』、1979、米谷治郎・中島弘二訳、1983、257頁）ということなど、それぞれの書籍類にピアノ演奏法が示されている。

ディッヒラー（1912～）は、著書『ピアノ演奏法の芸術的完成』（1948、渡辺護・尾高節子訳、1957）で、ピアノの一つの音の強さを100段階に分けて打鍵するという試みをしている。

#### 譜例－1

The image displays two systems of musical notation for piano exercises. The first system consists of two staves (treble and bass clef) with various melodic lines and fingerings (1-5) indicated above and below the notes. The second system also consists of two staves, featuring more complex rhythmic patterns and dynamic markings such as *8va* and *pp*. The notation includes many slurs and specific fingering instructions throughout both systems.

図-2 熟達者 A

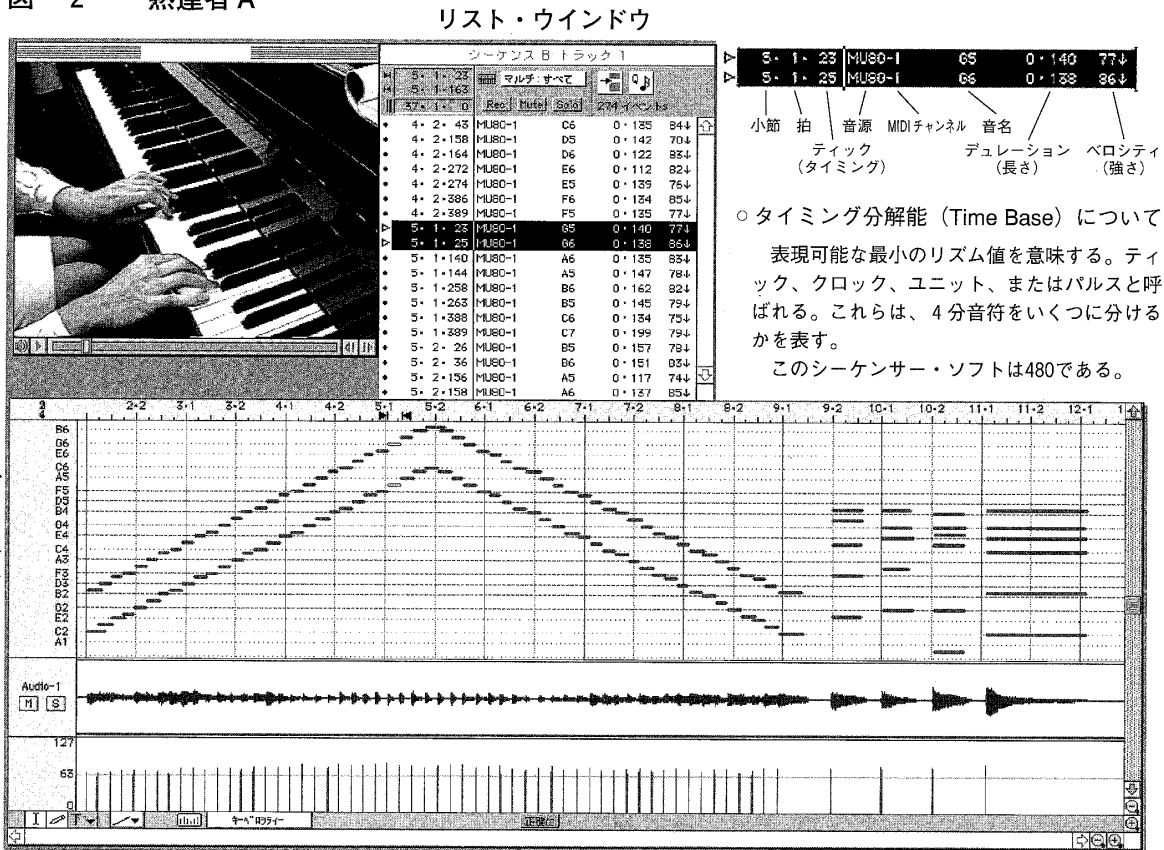
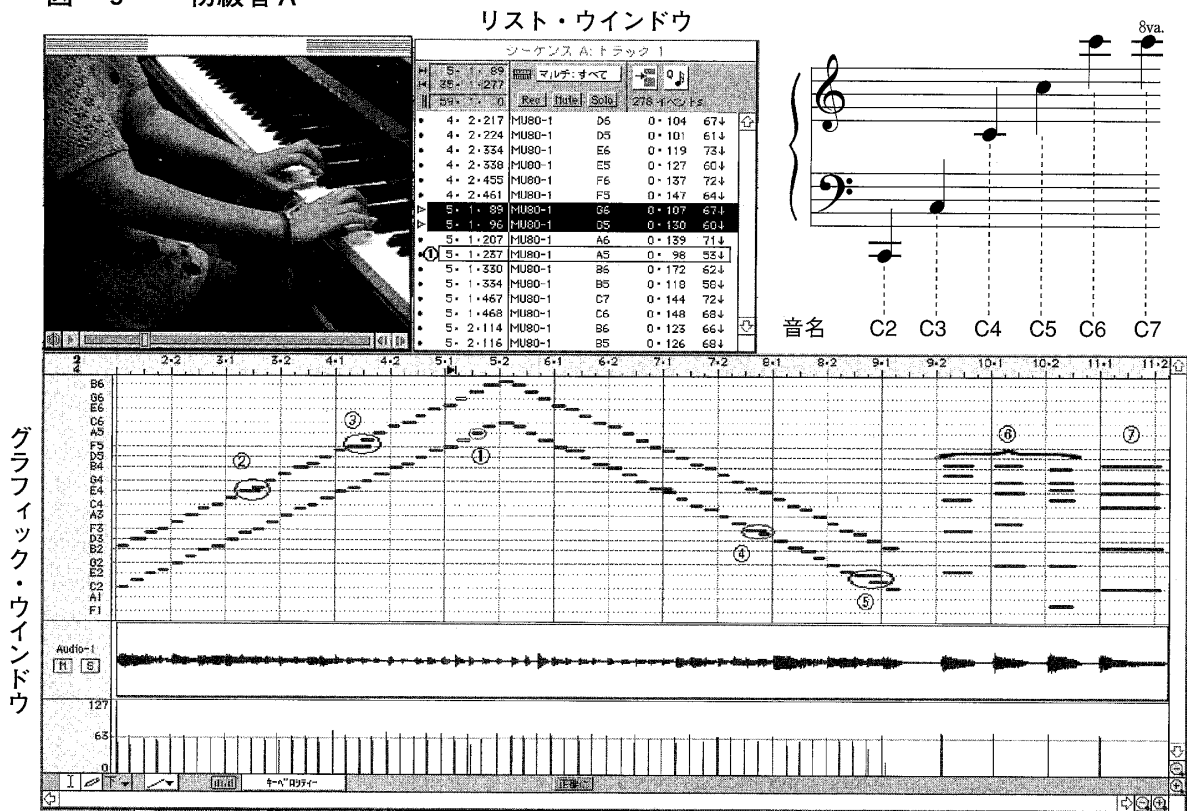


図-3 初級者 A



秋永晴子：MIDI機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用  
約半世紀前の著書であるが、これは今日のMIDIデータで言う、ペロシティの試みである。すなわち、音楽的なニュアンスも数字に置きかえることができ、その方がわかりやすくなるということであろう。

なお、本稿でとりあげる調性は、ハ長調とする（譜例-1）。4分の2拍子のM.M.♩=60である。学習者達のデータは、それぞれハ長調以外の調性も学んだうえのものである。

図-2は熟達者で、図-3は初級者に属する。映像の打鍵箇所は、リスト・ウィンドウとグラフィック・ウィンドウに示している。また、必要な箇所の拡大や縮小もできる。再生は、自動演奏ピアノ、MIDI音源、オーディオで行える。どちらの奏者の画面も左手の第3指は、第1指をこえようとしているのであるが、図-3の初級者は、図-2の熟達者の手と比べて固さが見られ、次の第3指の音名A5（図-3①）のタイミング、デュレーション、ペロシティの数値が、前後の数値と比べてかなりの差がある。実際、音もたよりなくきこえる。また、この学習者は、音名E4とF4（図-3②）、F5とG5（図-3③）、F3とE3（図-3④）、E2とD2（図-3⑤）などの2音間で、必要以上に長く打鍵している音がある。これらは、各指がくっつきながら動くという打鍵操作の未熟さによる。現在（1997）は、各指が個々に動かせるよう、両手とも、特に第2・3・4指に気をつけて練習している（譜例-1の運指番号を参照）。その他に、終止形のはじめの3つの拍（図-3⑥）は、拍に入るタイミングが遅めであり、最後の小節の2分音符（図-3⑦）は、かなり短くなっている。このようにグラフィック・ウィンドウでみると、どれだけの長さを押さえていたかがわかりやすくなる。これは、学習者が、自分の弱点をすばやく見い出すことができるという利点につながる。技術の習得は、一般に時間のかかるものであるから、演奏内容が、すばやく聴覚と視覚に反応させるシステムは、効果的な学習法の一つといえよう。

図-4 初級者A

グラフィック・ウインドウ

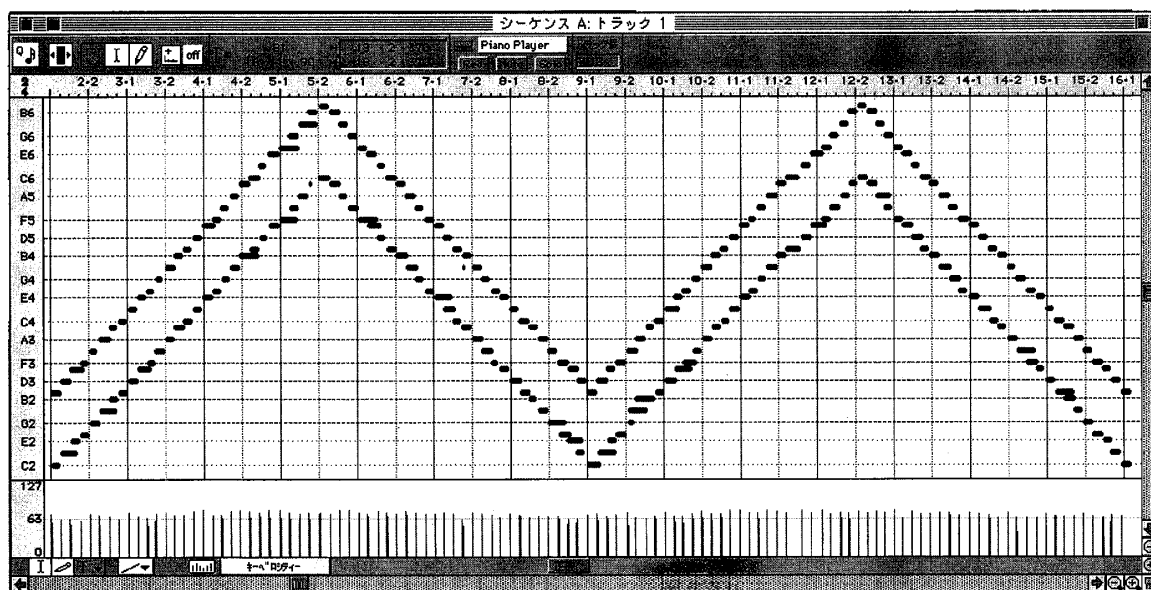


図-4は、図-3の時期よりも約50日前に弾いたものであり、打鍵の長さのふぞろいな箇所が多くみられる。これと比べれば、図-3の進歩の度合いは認められるので、今後の経過をみていきたい。

### ・各演奏者の音階のペロシティについて

音階演奏といえば、調性感とよい指使いを身につけることや、打鍵の均等性、確実なテンポ感などがよくとりあげられる。そして音階は、そのままであったり一部分が、多くの曲の中にちりばめられている。モーツァルトの「ピアノソナタ K.545」(譜例-2)の第1楽章は、その典型的な例である。また、童謡として親しまれている「どんぐりころころ」(譜例-3)の前奏や歌の旋律の一部分にもあらわれている。

しかし、演奏法として、通常これらの曲を音階演奏の打鍵の均等性、つまり機械的で均一な弾き方にあてはめることはしない。

ショパンは、打鍵について、未出版の『ピアノ教則本』草稿の中で次のように述べている(前掲、『弟子から見たショパン』、258頁)。

「テンポを変えずに非常に速く音階を弾けば、誰も不揃いな音色に気づかないだろう。—すべてを粒のそろった音で弾けるようになるのが目的ではないのだ。よく訓練されたメカニズムとは美しい音を上手にニュアンスをつけて弾けることだと、わたしは思う。指の力を均等にするために、今までに無理な練習がずいぶん行なわれてきた。指の造りはそれぞれに違うのだから、その指に固有なタッチの魅力を損わないほうが良く、逆にそれを十分活かすよう心がける

#### 譜例-2

#### 16. Sonate in C KV 545<sup>o</sup>)

Datiert: Wien, 26. Juni 1788

Allegro

【新モーツァルト作品全集】第20巻より (バーレンライター版)

譜例-3

The rolling acorns  
どんぐりころころ  
Donguri koro koro

青木 存義 作詞  
Nagayoshi Aoki

梁田 貞 作曲  
Tei Yanada

♩ = 60

1. どんぐりころころ どんぶりこ おいけにはまっ て  
2. どんぐりころころ よるこんで しばらくいっしに

日本童謡協会編『日本童謡200選』より（音楽の友社版）

べきだ。指にはそれぞれの造りに応じた力が備わっている。」

一体、均等な打鍵とはどういうものかを知るために、音を編集するというDTMシステムの得意とすることを活かしてハ調長音階と終止形を、人工的に均等な打鍵奏に作ってきいてみることにした。演奏内容は、4分の2拍子M.M. ♩=60、ペロシティ：74、デュレーション：♩=120(但し、終止形の4分音符は360、2分音符は960)で作成した(譜例-4、図-5)。

譜例-4

①

1 2 3 1 2 3 4 1  
5 4 3 2 1 3 2 1

2 3 1 2 3 4 1 2  
4 3 2 1 3 2 1 4

3 1 2 3 4 1 2 3  
3 2 1 3 2 1 4 3

8va 2 3 4 5 4 3 2

8va 3 2 1 4 3 2 1  
2 3 4 1 2 3 1 2

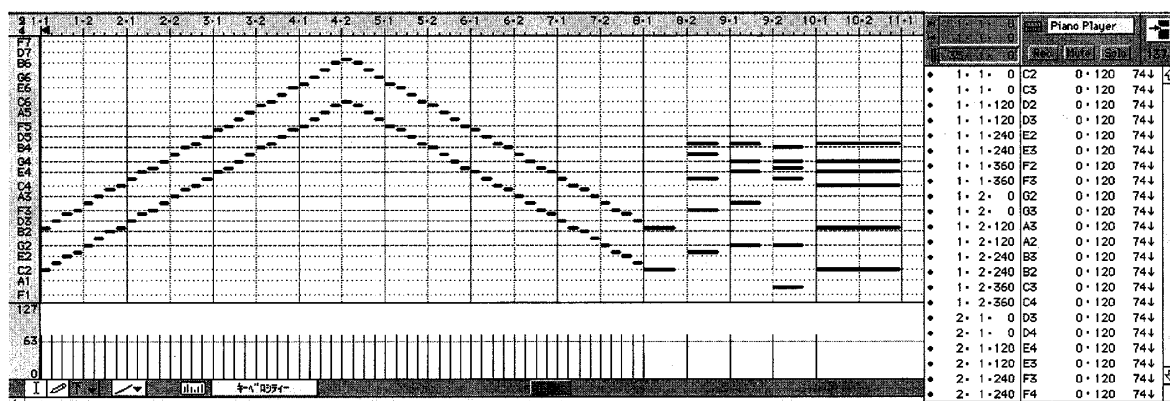
3 2 1 4 3 2 1 3  
2 1 4 3 2 1 3 2

3 4 1 2 3 1 2 3  
4 1 2 3 1 2 3 4

図-5

グラフィック・ウインドウ

リスト・ウインドウ



これをきいてみると、はじめの2オクターブ（譜例-4①）近くまでは、低音域と左手の部分が強く感じ、そのことが、低音域から高音域にかけての高揚感を弱める印象となった。そして終止形の和音も同じベロシティ（74）にすると、音量が貧弱でフレーズ感がそこなわれたように思われた。また、片手ずつ演奏した場合も大きな違いはない。前出のディッヒラーの音量配分によると、和音の一つずつの音を同じ数値にしたとき、「色のないピアノ」と意味づけているが（前掲、『ピアノ演奏法の芸術的完成』、51頁）、音階の打鍵も含めて、この場合にもあてはまるかどうかを考えてみたい。打鍵の均等性とは、今日のMIDIデータのベロシティからみて、実際は数値としてばらついていても、それが均等にきこえる範囲での打鍵ならばよいのであり、結局大切なことは、よい耳と目を持ち、またそれを養いながら練習することであると思う。

以上のような観点から、次に学習者の音階演奏のMIDIデータのベロシティによって、その打鍵力をみる。この場合、終止形は含まない。またペダルも使用しない。なお、各ベロシティ間の数値差について実際にきいたとき、音階の流れの中でのベロシティと、一音ずつきいたときのベロシティ、異なった音域できいたときのベロシティなど、きく箇所によって同じ数値でも、きこえ方に多少の差異を感じる。これは、主に低い音ほど倍音数が多い部分音の影響と、高音部の音の減衰のはやさというピアノの音の特徴によると思われる。本稿では、ベロシティの差が、5以上のときや、また同じ運指でその傾向にあるときを注目して述べていく。

学習者3名は中級程度以上であり、演奏は一緒に行った。また演奏に際し、次のことを条件とした。ベロシティの均等性を目的とすること、音量は強めで弾くこと、それぞれ両手と片手ずつを同じ運指で弾くこと、テンポはメトロノームをききながらM.M.♩=60で弾くことなどである。表-1は、音階の運指番号と打鍵回数を表したものである（譜例-4も参照）。



表-1

## 音階の運指番号と打鍵回数

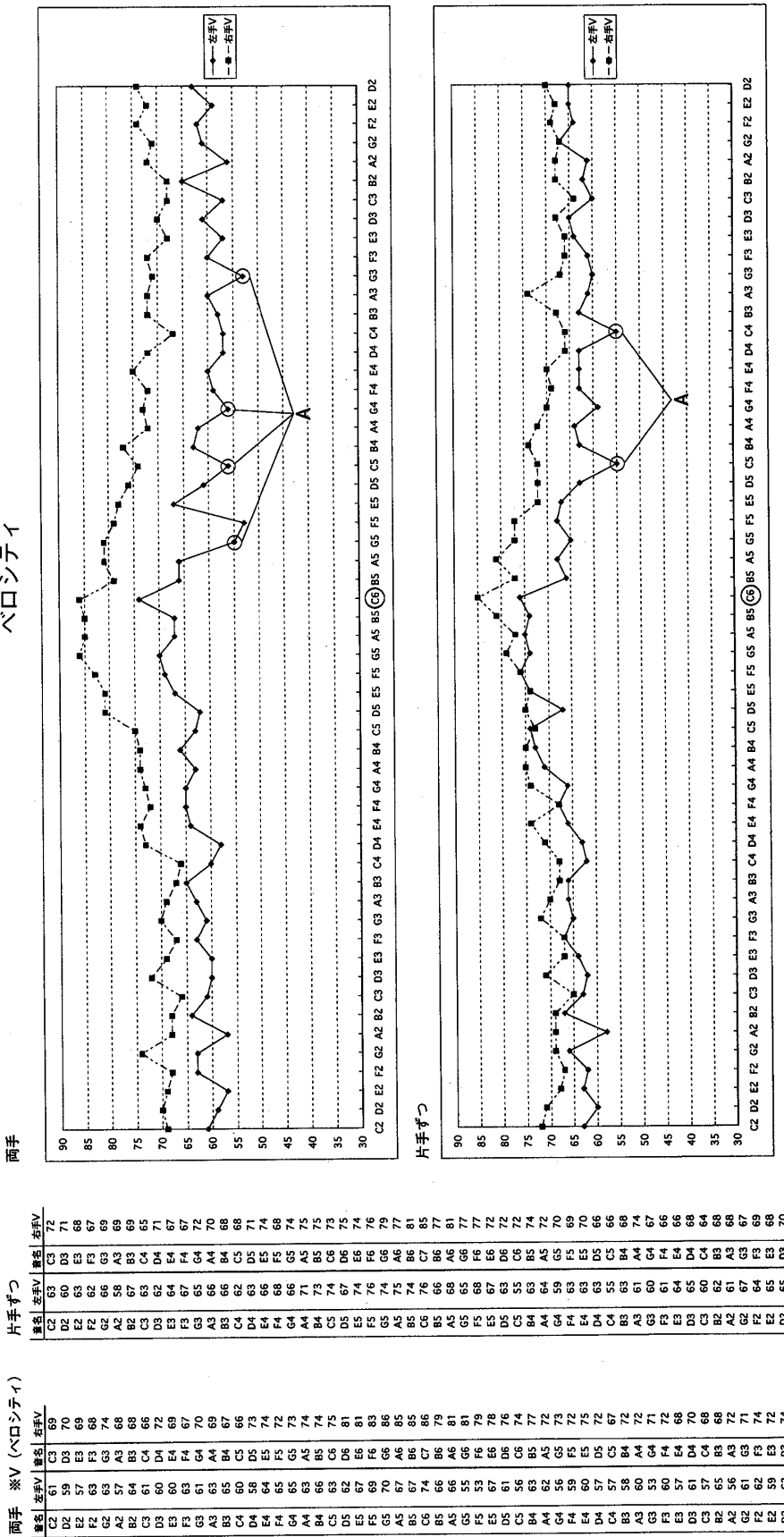
運指 番号 音名	左 指					右 指				
	5	4	3	2	1	1 (11)	2 (22)	3 (33)	4 (44)	5 (55)
C	1				7	7				1
D		8					8			
E			8					8		
F				8		8				
G					8		8			
A			8					8		
B				8					8	
打鍵回数合計	1	8	16	16	15	15	16	16	8	1

※音域はC2～C7である。

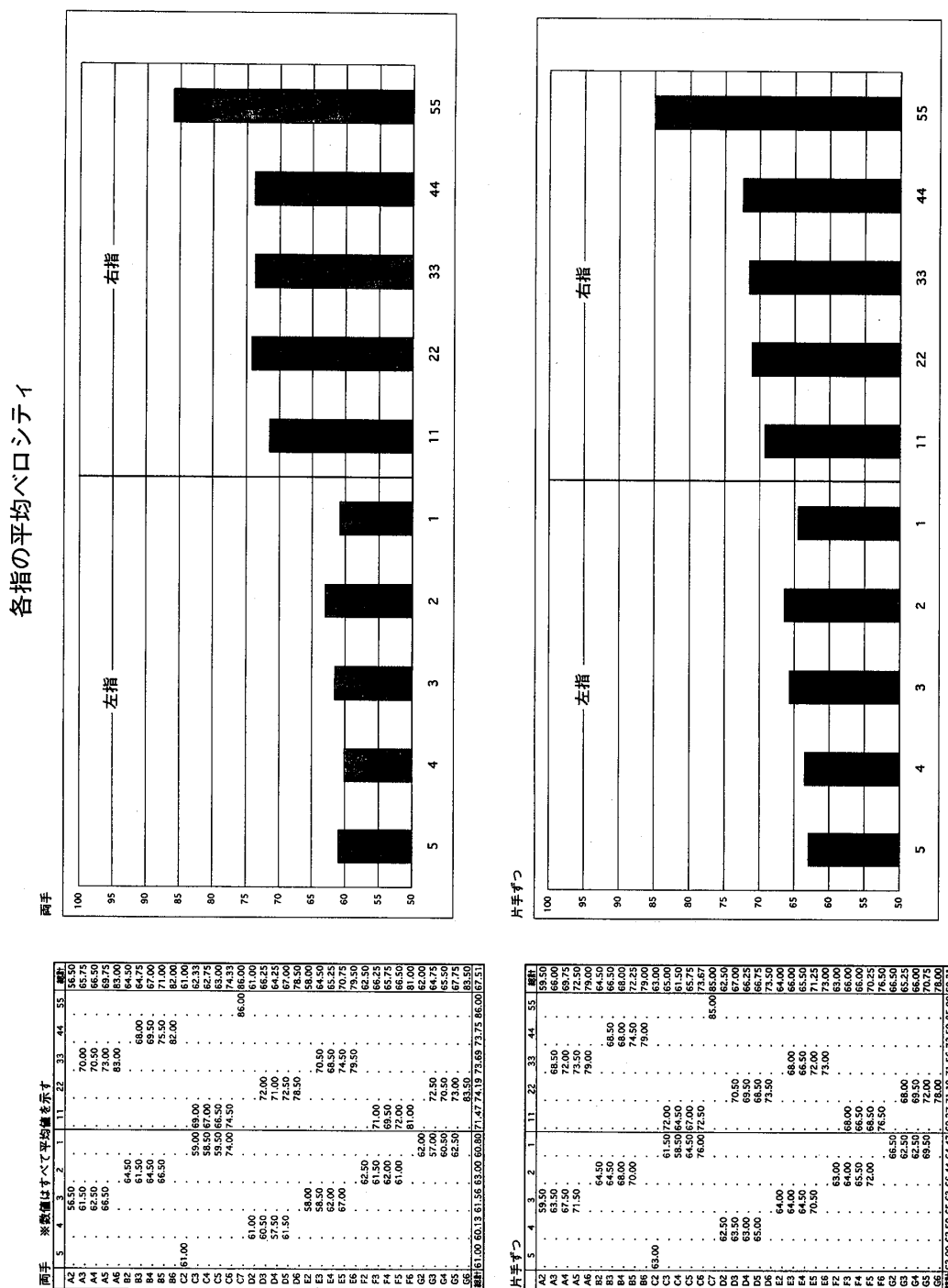
※右指のカッコ内の数字は、グラフ化した場合の表記である。

なお、データは2回分である。1回目から3週間後に、2回目を行った。ベロシティの内容は、グラフで示す。その中の音名表示は左手のみで、音階の上行形と下行形の折り返し点にあたる音名のC6を、丸で囲んだ。併せて各指の相対的な打鍵力をみる参考として、各指の平均ベロシティのグラフも提示する。

図-6 学習者A 1回目

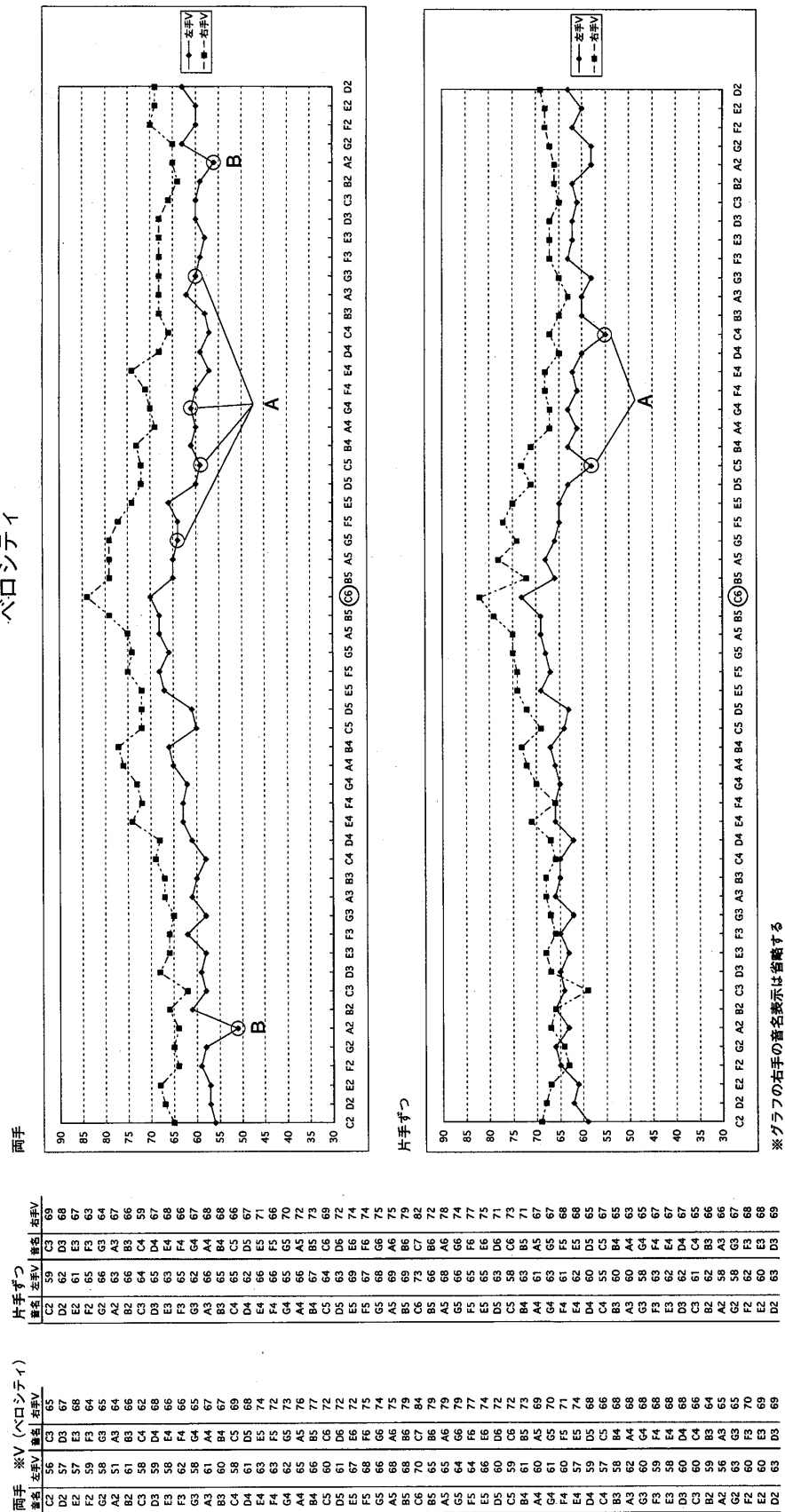


図一7 学習者A 1回目

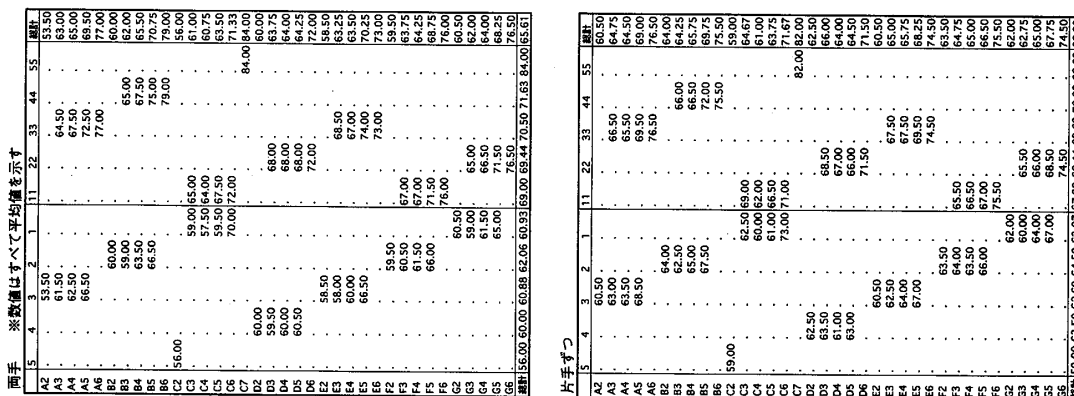


学習者Aの両手の場合は、一見して左右のペロシティの差が開いていることがわかる。打鍵の均等性からみると、左手の打鍵力が弱いということである。下行形においては、両手、片手ずつともに、左手の第1指（図一6 A）の支えの弱さがあらわれている。両手で4オクターブという、ピアノの鍵盤の大部分を使う音域であるから、指の支えにからだの向きと重力を利用し、からだ全体の動きとうまく関わりあう必要がある。これらのことを学習者に確認させて、2回目の課題とした。

図-8 学習者A 2回目



図一 9 学習者 A 2 回目



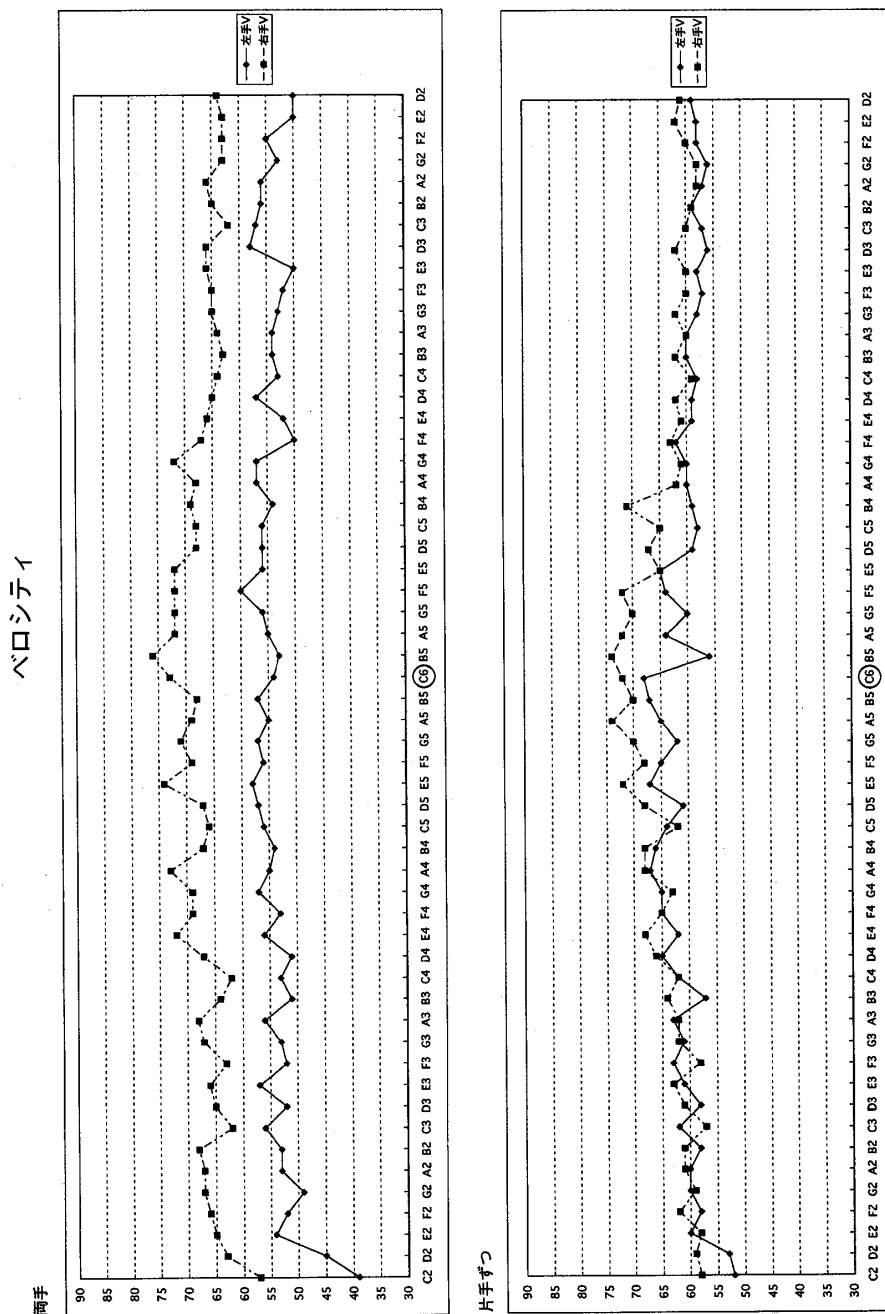
2回目は、1回目より音量はひかえめである。左手の第3指(図一8B)が弱めであるが、左右の打鍵のバランスはよくなっているとみえる。また左手の第1指(図一8A)も改善しつつある。

次の図は、熟達者の繊細な打鍵奏である。学習者と同じようにペロシティの差が開いているが、全体に均等な流れができています。片手ずつのグラフにあらわれているように、左右のペロシティをコントロールできるだけの技量が備わっていることを示している。

図-10 熟達者B

※V (ペロシティ)

両手			片手ずつ				
番号	左手V	右手V	番号	左手V	右手V		
C2	39	C3	57	D2	52	C3	58
D2	45	D3	63	E2	53	D3	59
E2	54	E3	65	F2	56	F3	62
F2	52	F3	66	G2	60	G3	59
G2	49	G3	67	A2	60	A3	61
A2	53	A3	67	B2	53	B3	68
B2	53	B3	68	C2	59	C3	67
C2	56	C4	82	D2	58	D4	61
D2	52	D4	82	E2	61	E4	63
E2	52	E4	82	F2	63	F4	63
F2	52	F4	82	G2	61	G4	58
G2	55	G4	87	A2	63	A4	62
A2	56	A4	87	B2	63	B4	62
B2	51	B4	84	C2	63	C4	64
C2	51	C4	84	D2	62	D4	64
D2	53	D4	85	E2	65	E5	66
E2	51	D5	67	F2	64	F4	65
F2	56	F5	69	G2	62	G4	68
G2	53	F5	69	A2	65	A5	65
A2	54	A5	73	B2	67	A5	68
B2	54	B5	67	C2	64	B5	68
C2	56	C6	66	D2	64	C6	62
D2	57	D6	71	E2	67	D6	68
E2	58	E6	74	F2	65	E6	72
F2	56	F6	69	G2	65	F6	68
G2	57	G6	71	A2	62	G6	70
A2	55	A6	69	B2	65	A6	74
B2	57	B6	68	C2	65	B6	74
C2	54	C7	72	D2	68	C7	72
D2	52	D7	76	E2	68	D7	72
E2	56	E6	72	F2	66	E6	74
F2	60	F6	72	G2	64	F6	72
G2	56	G6	72	A2	65	G6	70
A2	56	A6	72	B2	64	A6	72
B2	56	B6	72	C2	65	B6	72
C2	56	C6	68	D2	64	C6	68
D2	55	D6	68	E2	64	D6	67
E2	56	D6	68	F2	65	E6	65
F2	56	D6	68	G2	66	F6	67
G2	55	C5	68	A2	65	G6	65
A2	54	B5	69	B2	65	A5	62
B2	54	B5	69	C2	65	B5	71
C2	57	A5	68	D2	60	C5	62
D2	57	A5	68	E2	60	D5	61
E2	50	F5	67	F2	62	E5	61
F2	50	F5	67	G2	65	F5	63
G2	52	D5	65	A2	59	G5	62
A2	57	D5	65	B2	58	A4	64
B2	57	D5	65	C2	58	B4	62
C2	53	C5	64	D2	60	C4	60
D2	53	C5	64	E2	60	D4	60
E2	54	B4	63	F2	59	E4	62
F2	54	B4	63	G2	59	F4	60
G2	54	B4	63	A2	57	G4	58
A2	56	A3	66	B2	57	A3	58
B2	56	A3	66	C2	56	B3	63
C2	53	G3	63	D2	56	C3	60
D2	53	G3	63	E2	55	D3	63
E2	55	F3	63	F2	58	E3	60
F2	55	F3	63	G2	58	F3	62
G2	50	E3	63	D2	59	D3	61
D2	50	D3	64				



※グラフの両手の音名表示は省略する

図-11 熟達者B

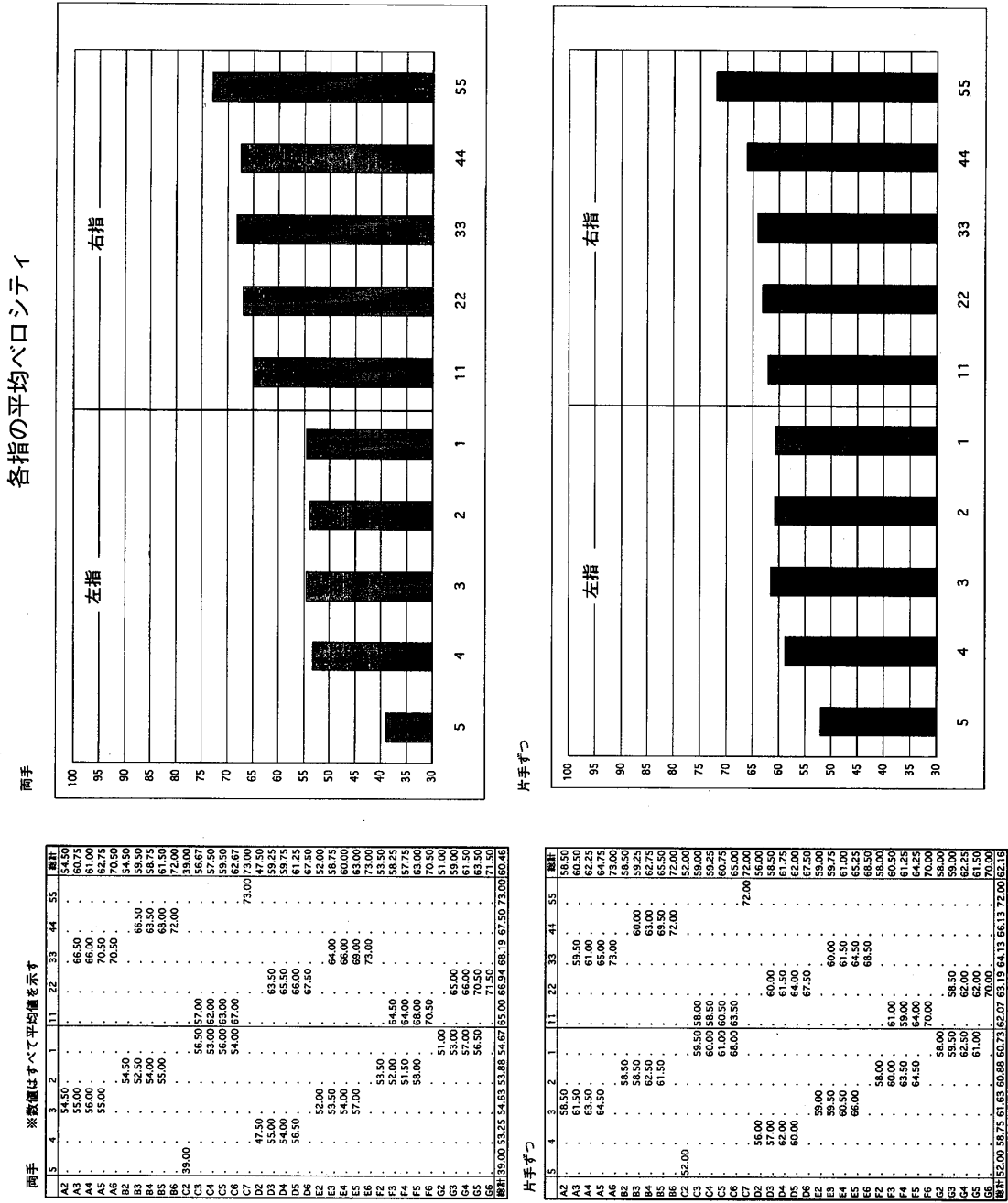


図-12 学習者B 1回目

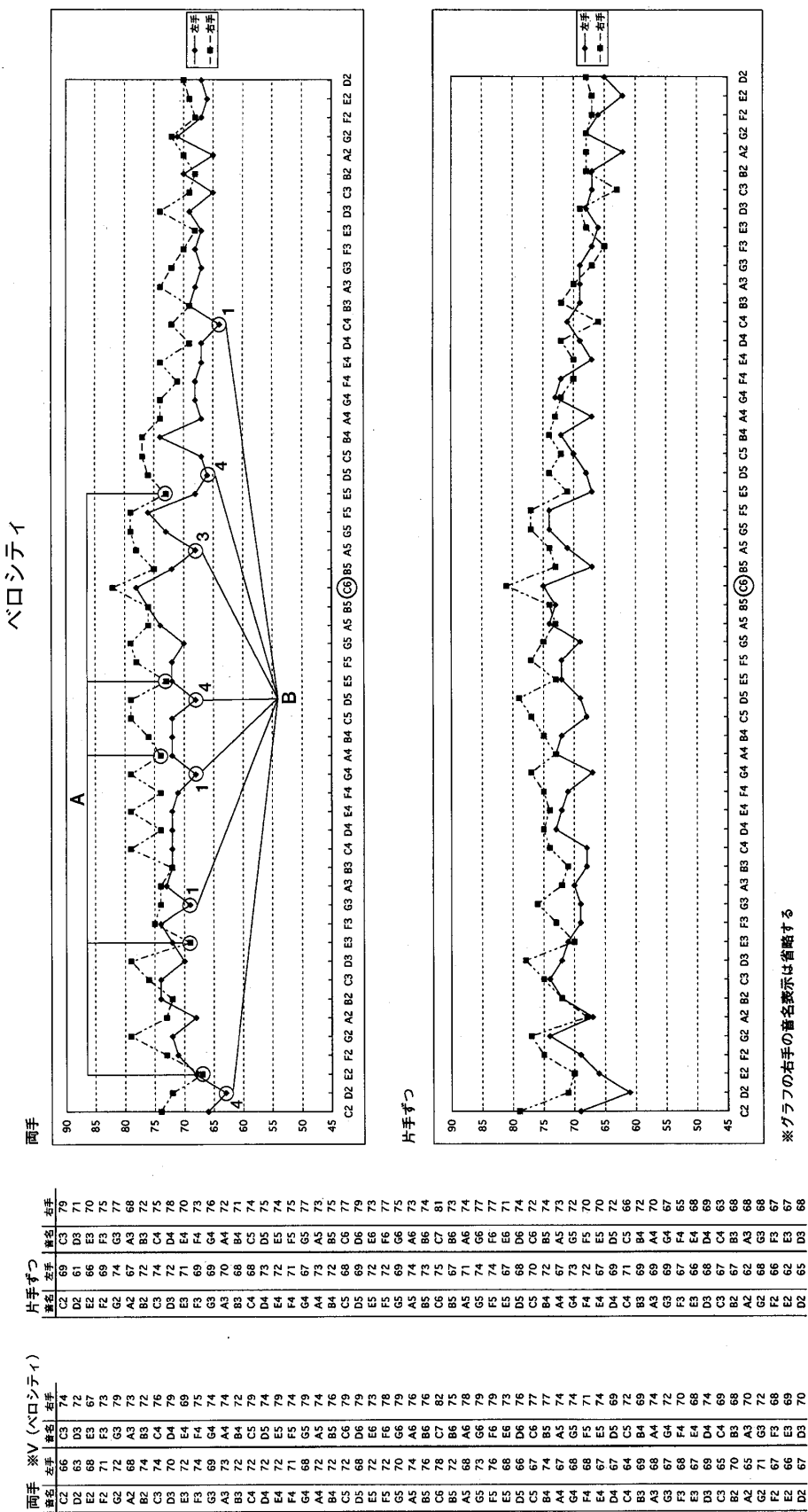
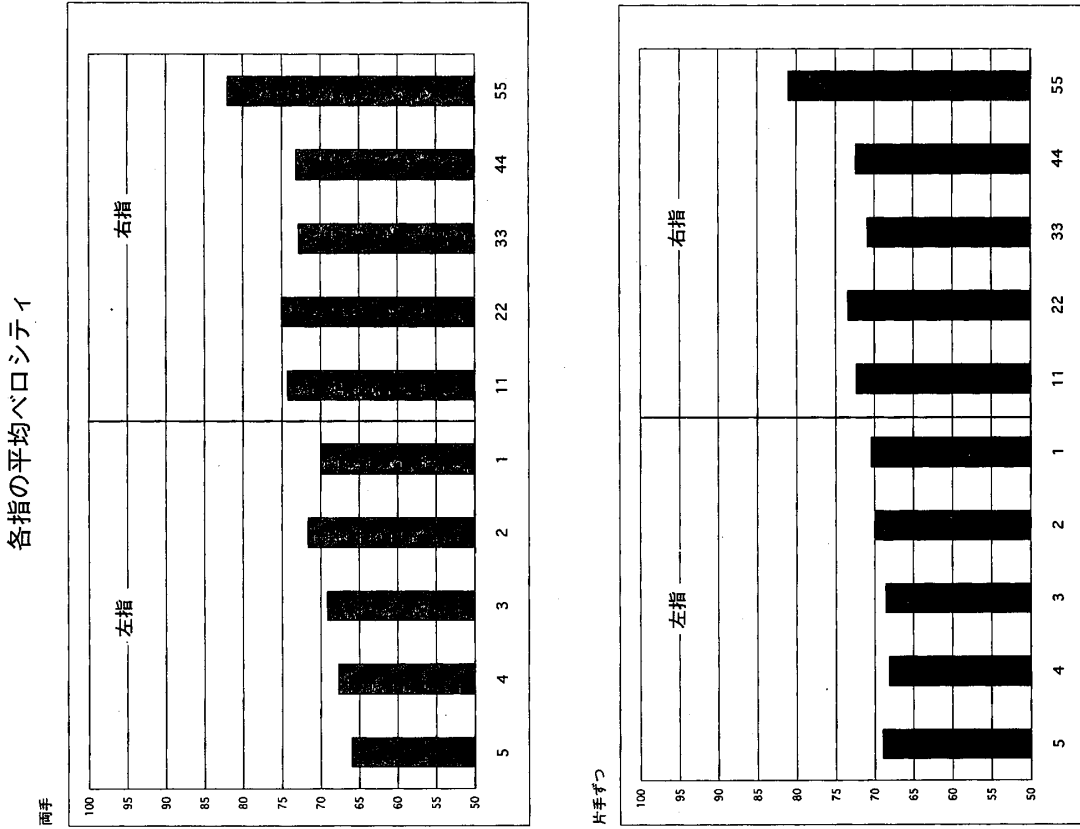




図-13 学習者B 1回目



※数値はすべて平均値を示す

両手	5	4	3	2	1	11	22	33	44	55	合計
A2	66.50										66.50
A3	70.50										70.50
A4	71.00										71.00
A5	71.00										71.00
A6											
B2											
B3											
B4											
B5											
B6											
C2	66.00										66.00
C3											
C4											
C5											
C6											
D2											
D3											
D4											
D5											
D6											
E2											
E3											
E4											
E5											
E6											
F2											
F3											
F4											
F5											
F6											
G2											
G3											
G4											
G5											
G6											
合計	66.00	67.75	69.19	71.63	70.00	74.27	75.06	72.81	73.13	82.00	71.95

片手ずつ	5	4	3	2	1	11	22	33	44	55	合計
A2	64.50										64.50
A3	68.00										68.00
A4	70.00										70.00
A5	72.50										72.50
A6											
B2											
B3											
B4											
B5											
B6											
C2	69.00										69.00
C3											
C4											
C5											
C6											
D2											
D3											
D4											
D5											
D6											
E2											
E3											
E4											
E5											
E6											
F2											
F3											
F4											
F5											
F6											
G2											
G3											
G4											
G5											
G6											
合計	69.00	68.13	68.50	70.00	70.40	72.33	73.44	70.98	72.38	81.00	70.99

学習者Bの左右の打鍵の均等性は、学習者Aよりも揃っている。但し、右手の第3指（図-12A）が弱くなりやすく、コントロールしにくいようなので気を配ることと、左手の第1・3・4指（図-12B）が揃いにくく不安定になりやすいので、それらの練習を心がけるよう指導した。

図-14 学習者B 2回目

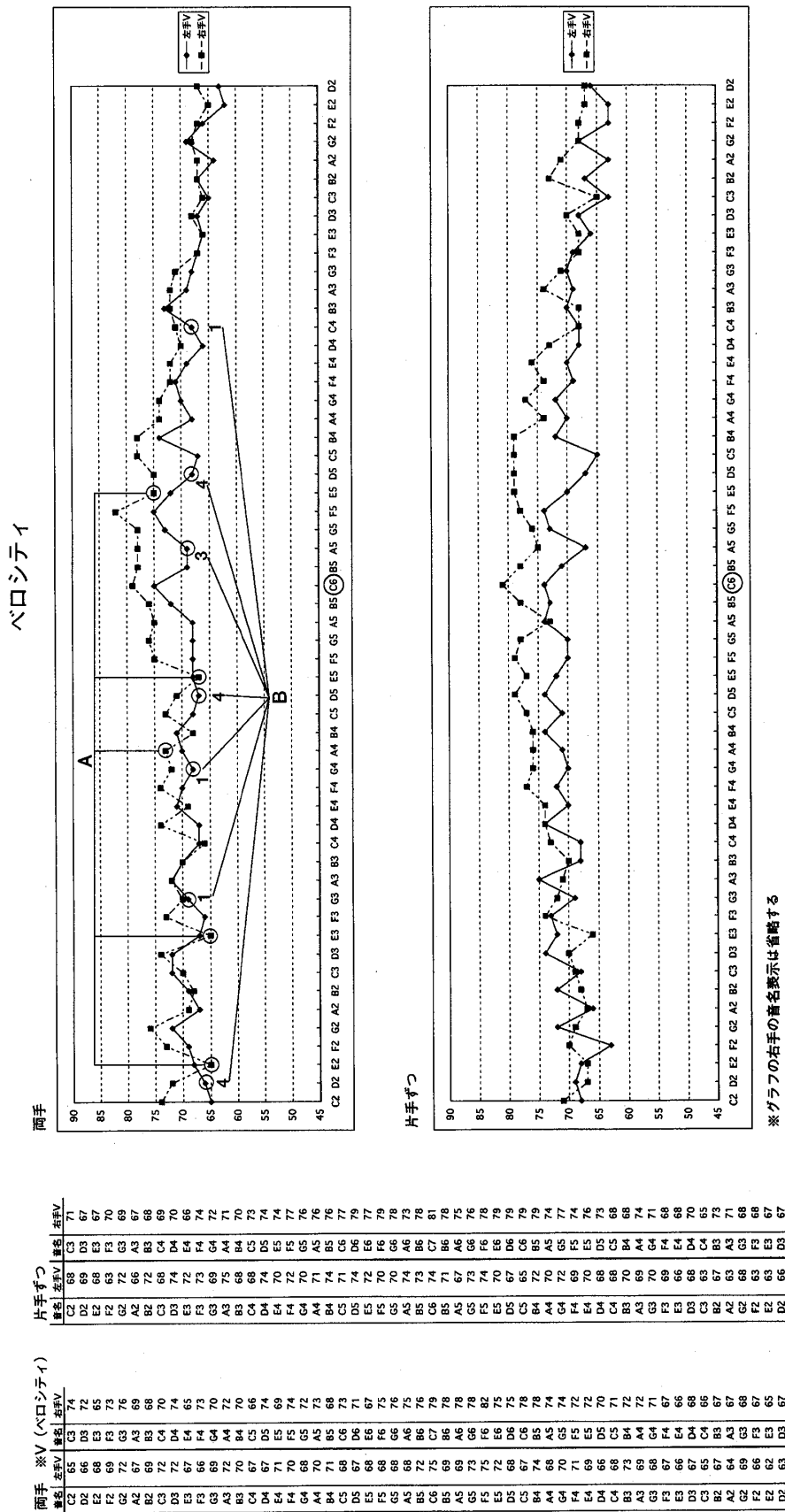
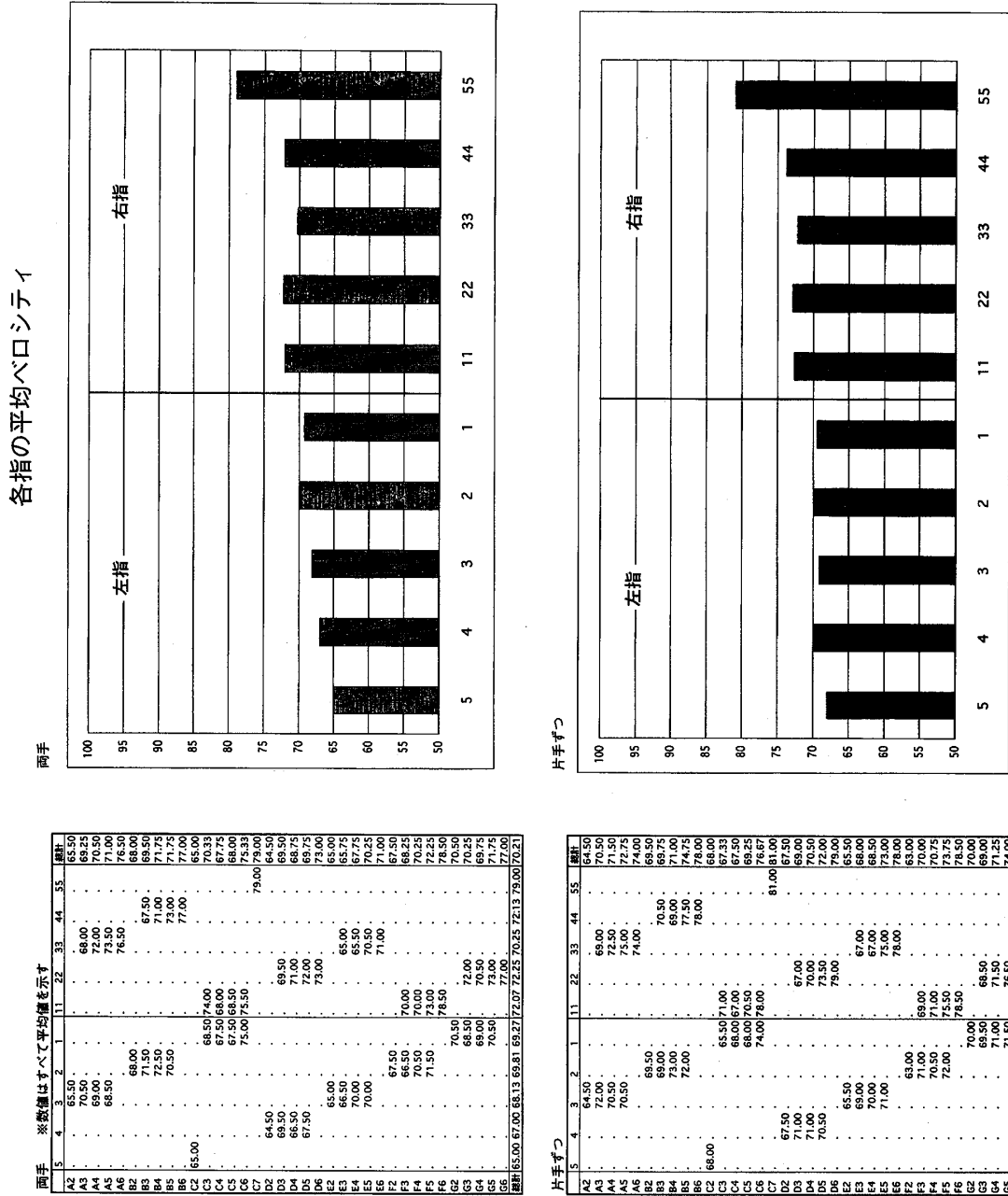


図-15 学習者B 2回目



2回目の左右の打鍵の均等性は、1回目より増しており、ペロシティはなだらかなカーブを描いている。1回目の課題となった指のコントロール（図-12A、B）は、もう少し練習を要する（図-14A、B）。

図-16 学習者C 1回目

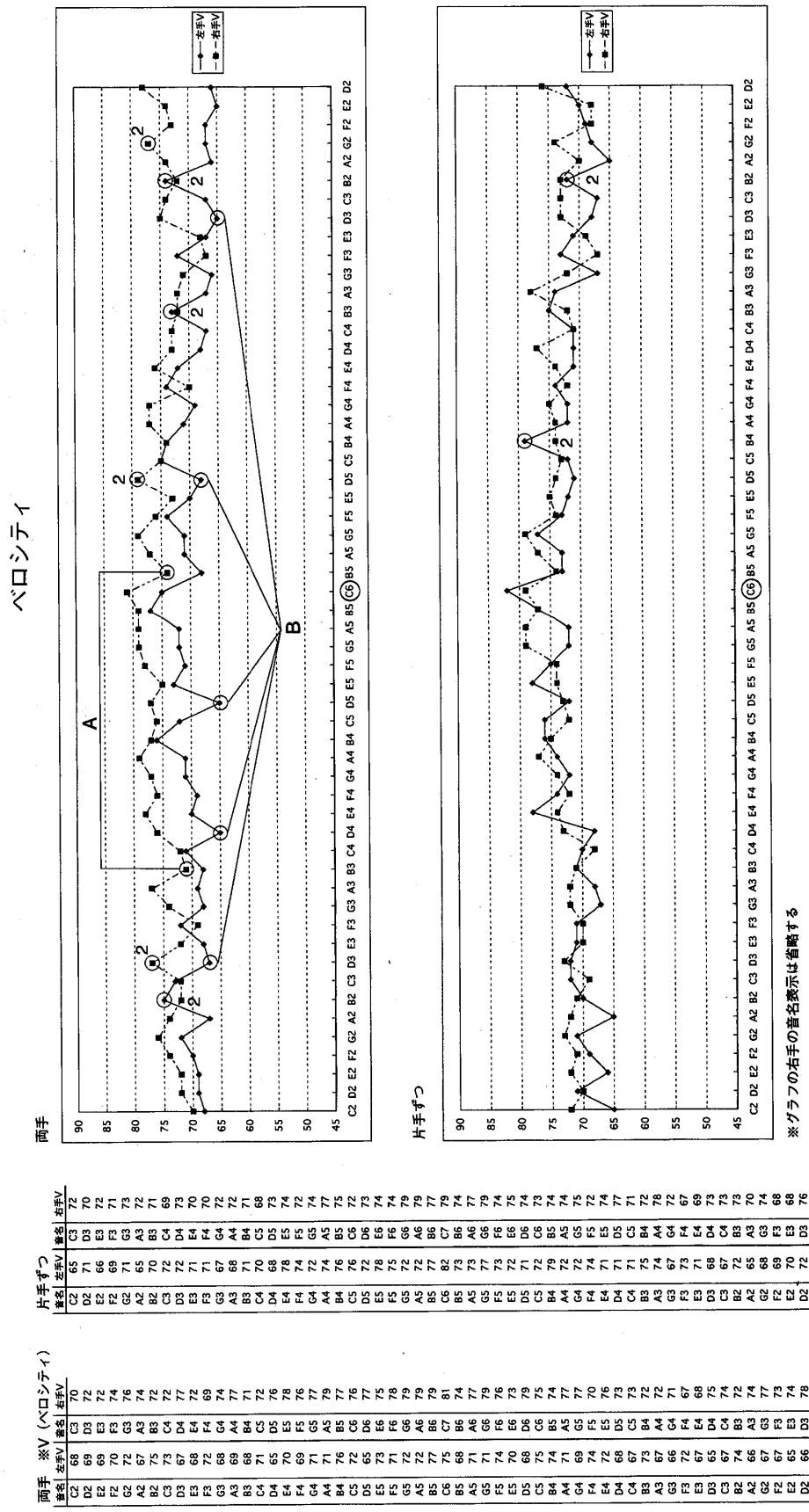
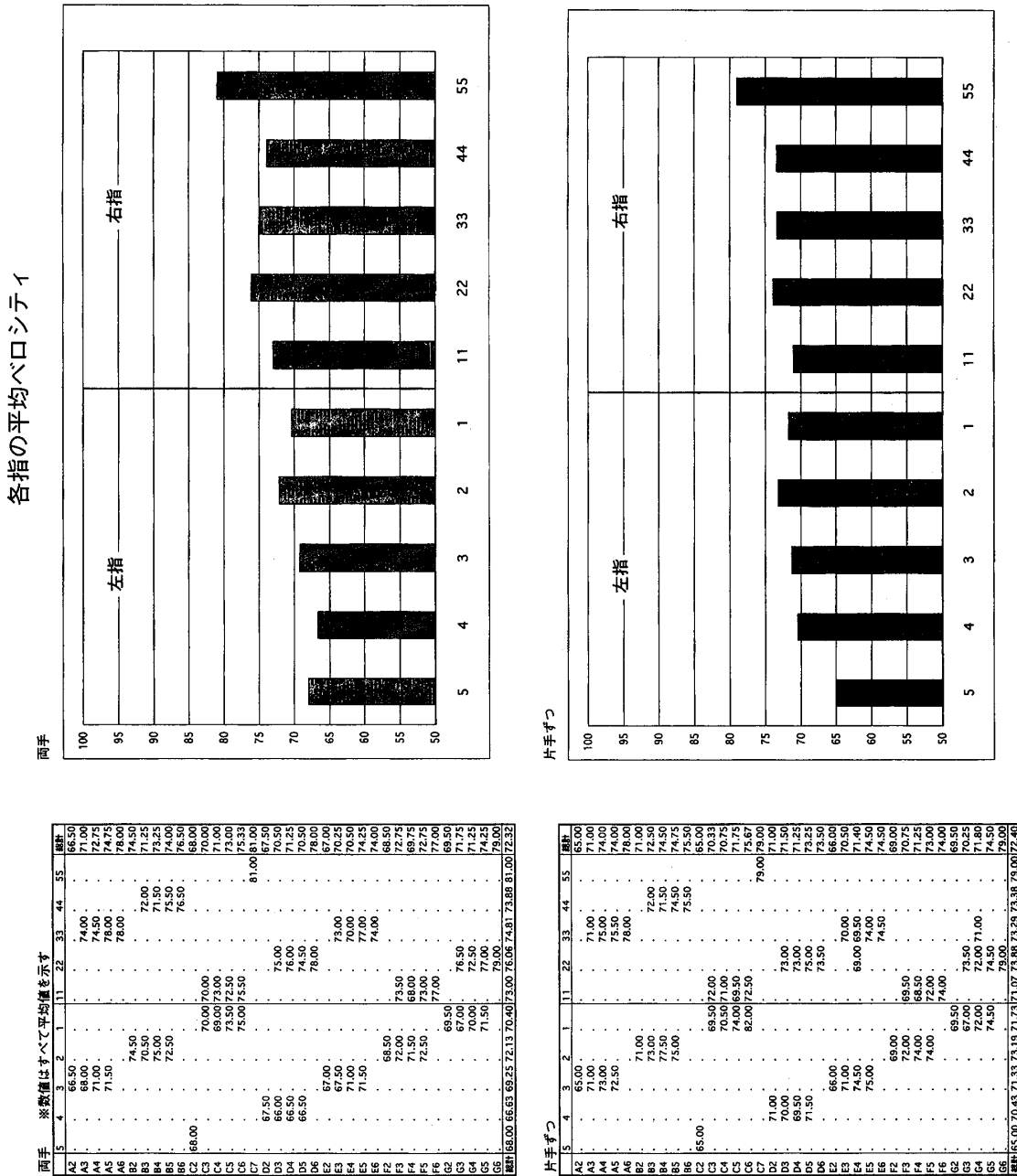


図-17 学習C 1回目

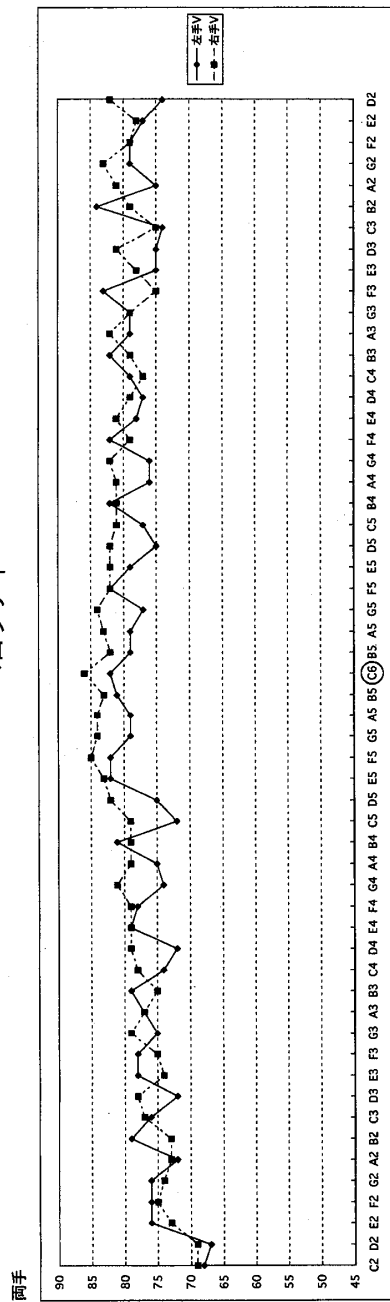


学習者Cは、全体に打鍵の均等性を心がけて弾いている。左右どちらも少し第4指（図-16 A、B）が弱いようである。また運指上となりになる第1指の運びと、第2指が突出ぎみなので、気を配るよう注意した。

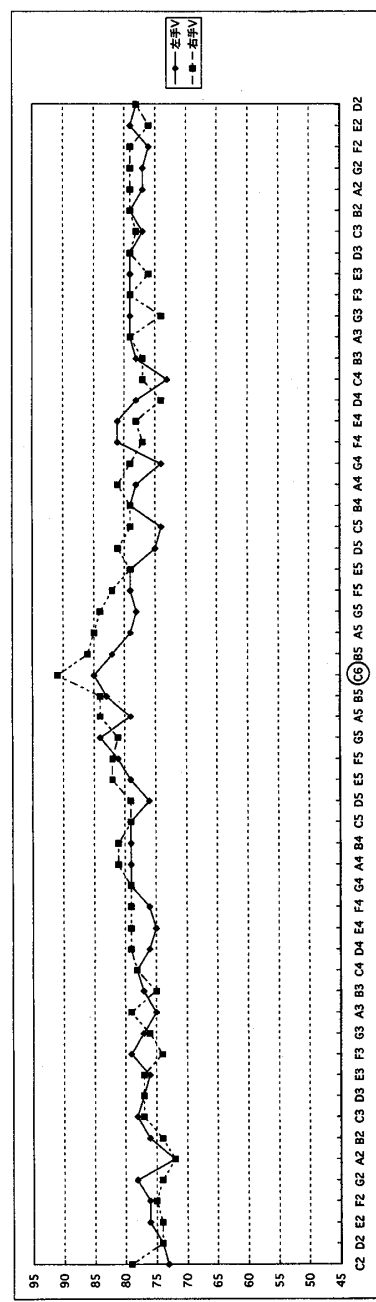
図-18 学習者C 2回目

ペロシテイ

両手 ※V (ペロシテイ)			片手ずつ		
番号	左手V	右手V	番号	左手V	右手V
C2	68	69	C2	73	79
D2	67	69	D2	74	74
E2	76	E3	E2	76	74
F2	76	F3	F2	76	F3
G2	76	G3	G2	78	G3
A2	72	A3	A2	72	A3
B2	79	B3	B2	76	B3
C3	76	C4	C3	78	C4
D3	72	D4	D3	77	D4
E3	78	E4	E3	76	E4
F3	78	F4	F3	79	F4
G3	75	G4	G3	77	G4
A3	77	A4	A3	75	A4
B3	74	B4	B3	77	B4
C4	74	C5	C4	78	C5
D4	72	D5	D4	76	D5
E4	78	E5	E4	75	E5
F4	78	F5	F4	76	F5
G4	74	G5	G4	79	G5
A4	75	A5	A4	79	A5
B4	81	B5	B4	79	B5
C5	72	C6	C5	79	C6
D5	75	D6	D5	76	D6
E5	82	E6	E5	79	E6
F5	82	F6	F5	81	F6
G5	79	G6	G5	84	G6
A5	79	A6	A5	79	A6
B5	81	B6	B5	83	B6
C6	82	C7	C6	85	C7
D6	79	D7	D6	82	D7
E6	77	E7	E6	86	E7
F6	82	F7	F6	85	F7
G6	84	G7	G6	84	G7
A6	82	A7	A6	85	A7
B6	82	B7	B6	88	B7
C7	81	C8	C7	86	C8
D7	81	D8	D7	88	D8
E7	82	E8	E7	86	E8
F7	82	F8	F7	84	F8
G7	82	G8	G7	84	G8
A7	82	A8	A7	89	A8
B7	82	B8	B7	81	B8
C8	81	C9	C8	74	C9
D8	81	D9	D8	79	D9
E8	79	E9	E8	81	E9
F8	79	F9	F8	79	F9
G8	79	G9	G8	79	G9
A8	79	A9	A8	77	A9
B8	82	B9	B8	78	B9
C9	81	C0	C9	78	C0
D9	81	D0	D9	83	D0
E9	81	E0	E9	79	E0
F9	81	F0	F9	79	F0
G9	81	G1	G9	78	G1
A9	81	A1	A9	78	A1
B9	81	B1	B9	78	B1
C0	81	C2	C0	78	C2
D0	81	D2	D0	78	D2

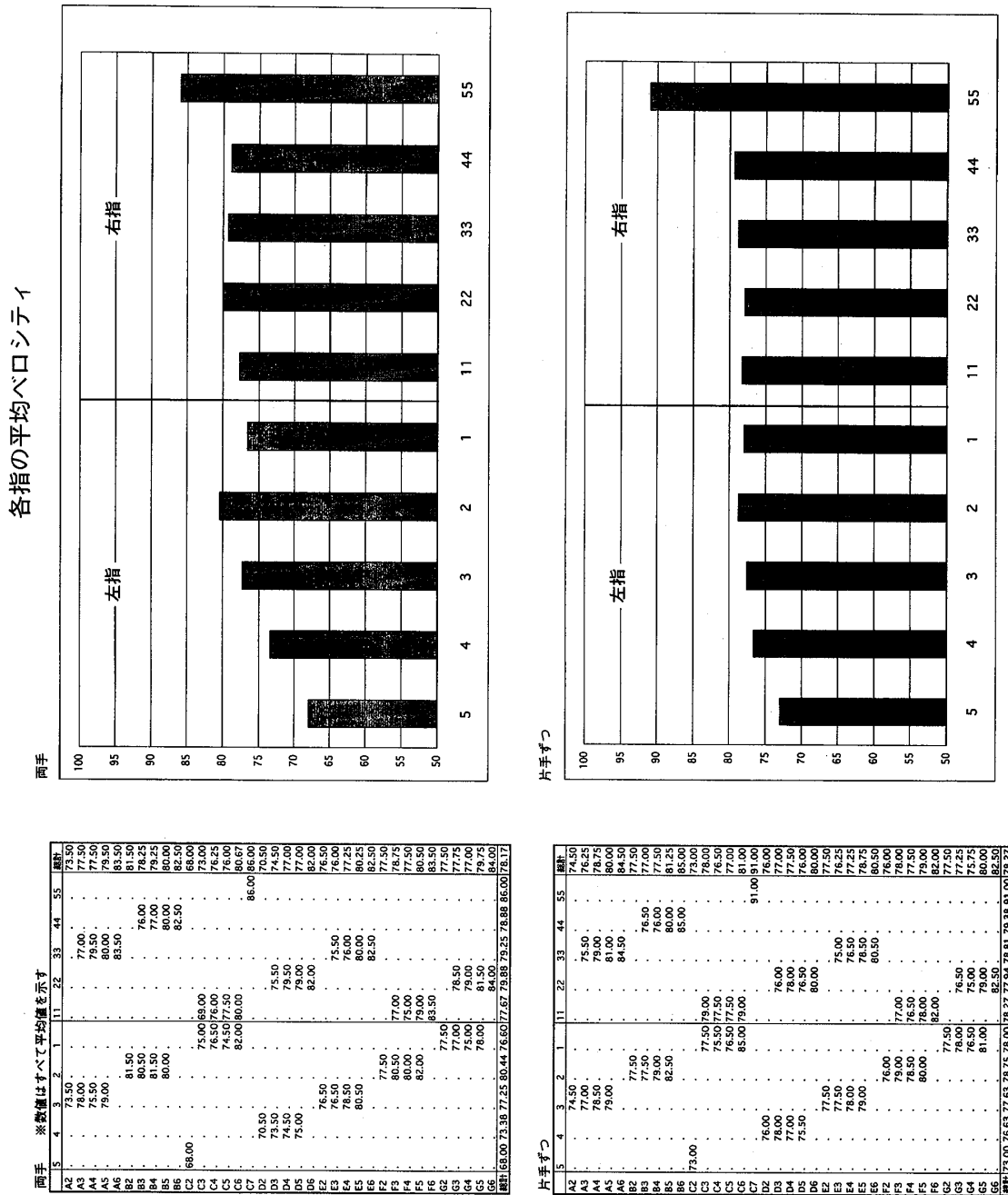


片手ずつ



※グラフの右手の音名表示は省略する

図-19 学習者C 2回目



2回目は特に片手ずつの場合、打鍵の均等性からいうと、かなり高度なレベルである。学習者3名の中では、最も成果が認められた。しかしこれは、ディッチラーのいう「色のないピアノ」になりかねないので、ある程度マスターすれば、フレーズ感のある音階演奏を目指すことを望みたい。

次のグラフは、初級者のものである。

図-20 A・B 初級者B

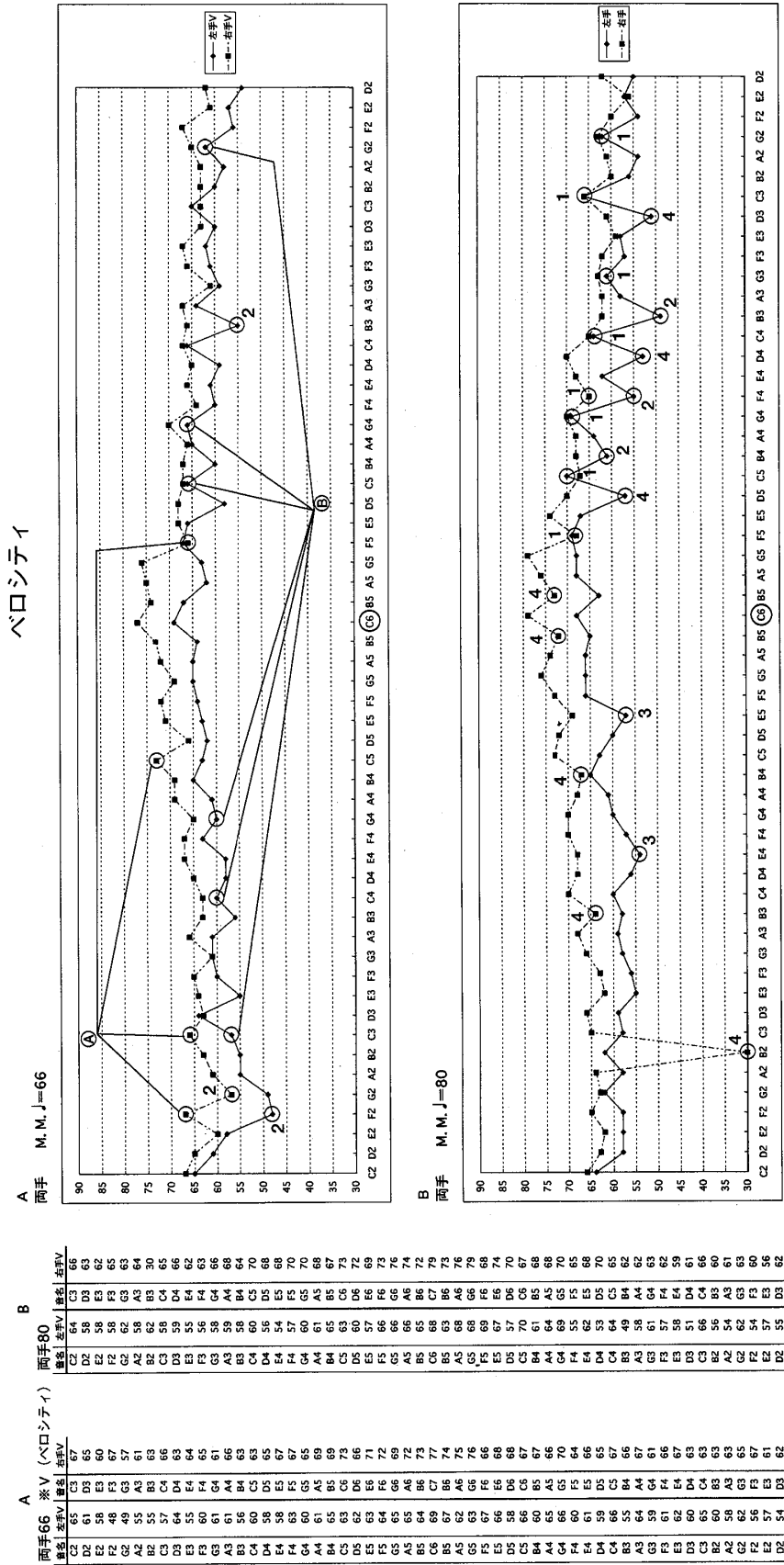




図-21 A・B 初級者B

A 両手 M. M. J=66

※数値はすべて平均値を示す

指	5	4	3	2	1	11	22	33	44	55	合計
A2	56.50										56.50
A3	62.00										62.00
A4	63.50										63.50
A5	63.50										63.50
A6	73.50										73.50
B2	57.50										57.50
B3	53.50										53.50
B4	53.50										53.50
B5	65.50										65.50
B6	65.50										65.50
C2	65.00										65.00
C3	61.00										61.00
C4	64.50										64.50
C5	64.50										64.50
C6	69.00										69.00
C7	69.00										69.00
D2	57.50										57.50
D3	62.50										62.50
D4	58.50										58.50
D5	60.00										60.00
D6	60.00										60.00
E2	57.50										57.50
E3	59.50										59.50
E4	59.50										59.50
E5	64.50										64.50
F6	64.50										64.50
F2	52.00										52.00
F3	61.50										61.50
F4	61.50										61.50
F5	65.50										65.50
F6	65.50										65.50
G2	55.50										55.50
G3	63.00										63.00
G4	63.00										63.00
G5	64.00										64.00
G6	72.50										72.50
合計	65.00	59.50	60.69	60.06	62.07	66.67	65.06	66.44	67.25	77.00	63.69

B 両手 M. M. J=80

指	5	4	3	2	1	11	22	33	44	55	合計
A2	56.00										56.00
A3	60.50										60.50
A4	62.50										62.50
A5	67.00										67.00
A6	67.00										67.00
B2	59.00										59.00
B3	53.50										53.50
B4	63.00										63.00
B5	64.00										64.00
B6	64.00										64.00
C2	64.00										64.00
C3	62.00										62.00
C4	62.00										62.00
C5	66.50										66.50
C6	66.50										66.50
D2	56.50										56.50
D3	55.00										55.00
D4	54.50										54.50
D5	58.50										58.50
E2	57.50										57.50
E3	56.50										56.50
E4	58.00										58.00
E5	62.00										62.00
F2	56.00										56.00
F3	56.50										56.50
F4	56.00										56.00
F5	67.50										67.50
F6	67.50										67.50
G2	62.00										62.00
G3	59.50										59.50
G4	64.50										64.50
G5	70.00										70.00
G6	67.00										67.00
合計	64.00	56.13	59.75	59.44	63.67	66.53	67.63	66.19	62.00	70.00	63.79

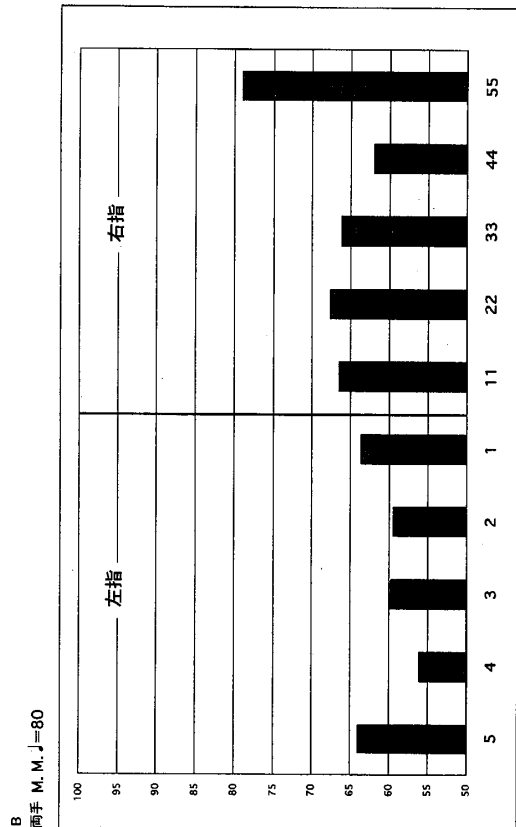
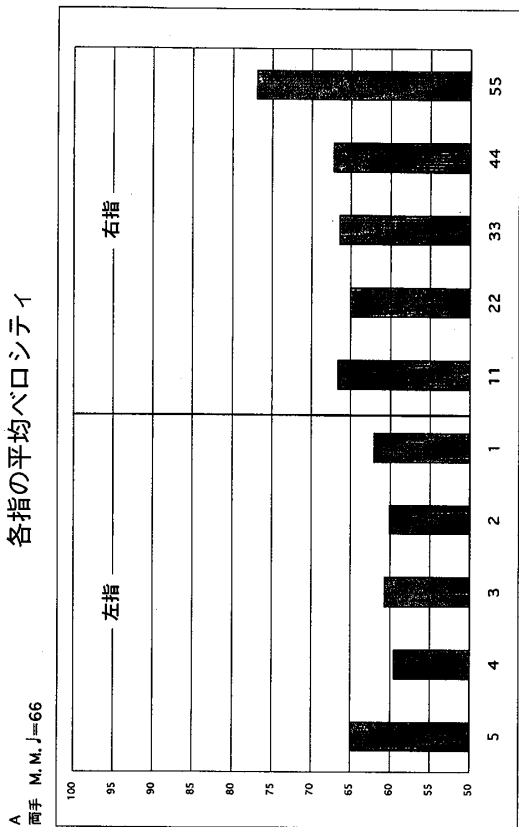


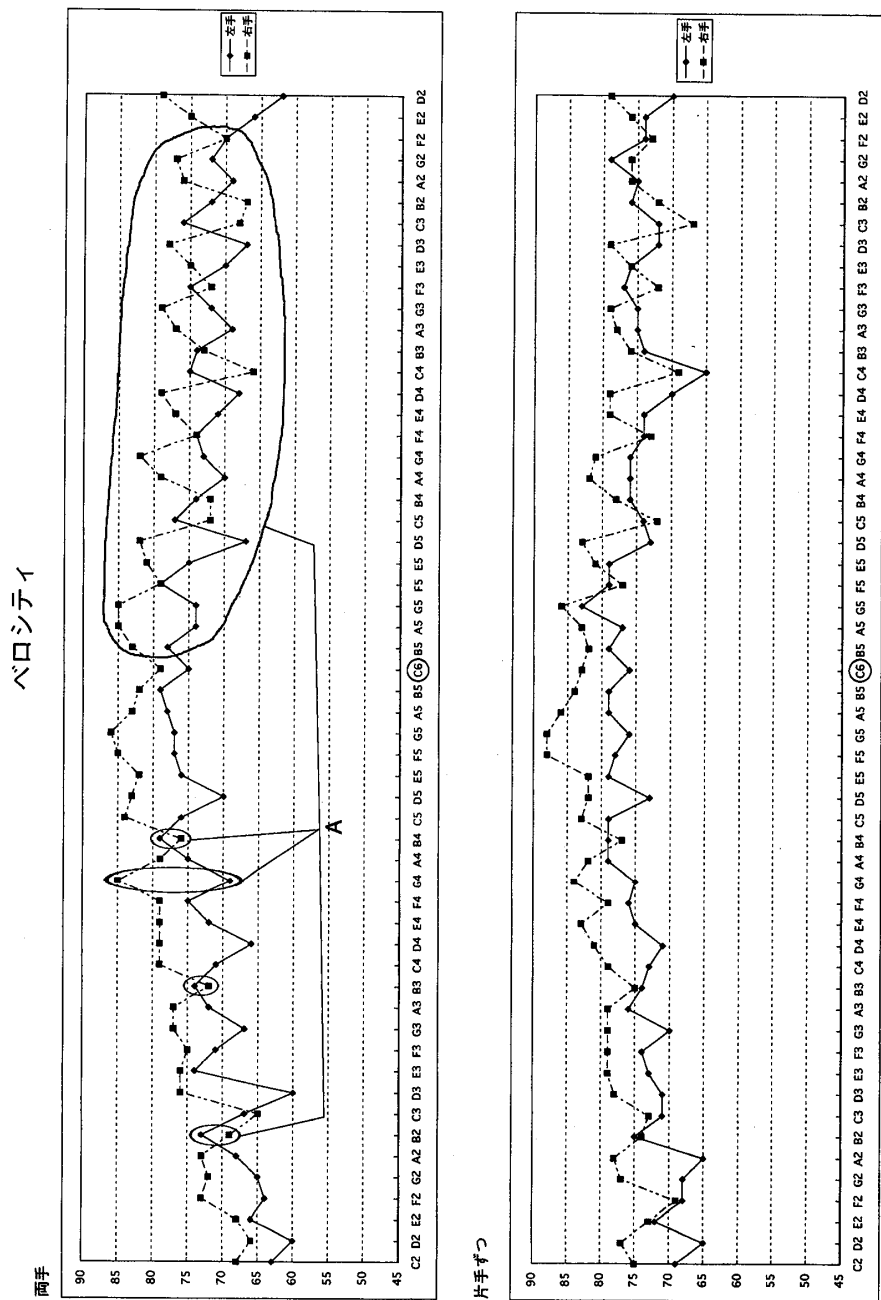
図-20、21の学習者の入学当初の実力は、バイエルの『初歩のための教則本 Op.101』にあてはめると、その中盤ぐらいであった。このグラフは、どちらも10ヶ月後の年度末試験における両手の音階演奏であり、テンポは本人の選択による。まず全体にベロシティが低め（図-21イ、63.60、図-21ロ、63.29）であり、M.M.♩=66の方は、左右とも第1指（図-20Aの㉔㉕）と第2指にベロシティの不自然な動きがあるので、さらに練習を要するが、入学当初の実力からみると進歩は認められる。そして、図-20Bはその2週間後に行ったもので、ここに見えたとおり、テンポをM.M.♩=80に上げたことで、ベロシティのばらつきがM.M.♩=66よりも目立っている（図-20B、左右とも第1指と第4指のばらつきが目立つ）。したがってこの学習者は、M.M.♩=80で演奏するにはまだ早いということがわかる。音階演奏に少しなれてくると、速いテンポで弾きたくなるものであるが、地道な努力にまさるものはない。しかし、本人の実力より高いものに挑戦することは、ある種の刺激をもたらし、練習意欲を高めることができる。その際、指導者の適切な助言が必要である。

最後は、熟達者のグラフである。

この演奏者のベロシティは、一見ばらついた感じであるが、実際に音をきくと、フレーズ感のあるのびやかな演奏である。それは音の強さと、長さ、リズムがうまくとけあったとき、ベロシティの差異もあまり問題にならないと思われる。特に両手の場合、右の指が弱まる時左の指を強め（図-22A）、あるいはその逆であるかもしれないが、これは、耳をはたらかせた一瞬、一瞬の訓練された調整力の高さといえよう。そして、これはきわめて有効な演奏法の一つであると思われる。

図-22 熟達者 A

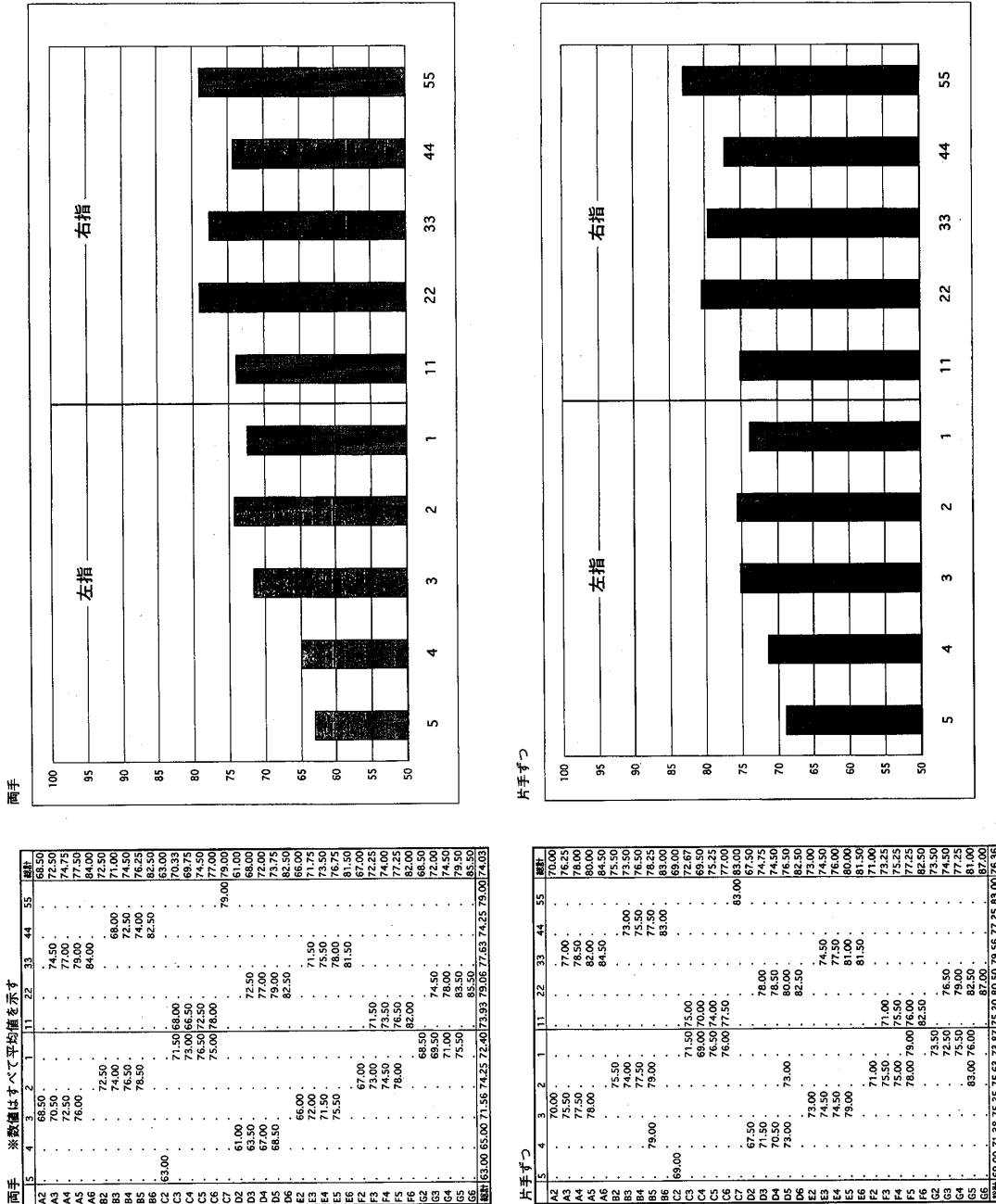
両手 ※V (ベロシテイ)			片手ずつ				
楽名	左手	右手	楽名	左手	右手		
C2	63	C3	68	C2	69	75	
D2	60	D3	66	D2	65	D3	77
E2	66	E3	68	E2	72	E3	73
F2	64	F3	73	F2	68	F3	69
G2	65	G3	72	G2	68	G3	77
A2	68	A3	73	A2	65	A3	78
B2	73	B3	69	B2	75	B3	74
C3	67	C4	65	C3	71	C4	73
D3	60	D4	76	D3	71	D4	78
E3	74	E4	76	E3	73	E4	79
F3	71	F4	75	F3	74	F4	79
G3	67	G4	77	G3	70	G4	79
A3	72	A4	77	A3	76	A4	79
B3	74	B4	72	B3	74	B4	75
C4	71	C5	79	C4	73	C5	79
D4	66	D5	79	D4	75	D5	81
E4	72	E5	79	E4	75	E5	83
F4	75	F5	79	F4	76	F5	79
G4	69	G5	85	G4	75	G5	84
A4	75	A5	79	A4	79	A5	82
B4	79	B5	76	B4	79	B5	77
C5	76	C6	84	C5	79	C6	83
D5	70	D6	83	D5	73	D6	83
E5	76	E6	82	E5	79	E6	82
F5	77	F6	85	F5	78	F6	88
G5	77	G6	86	G5	76	G6	86
B5	79	B6	82	B5	79	B6	84
C6	75	C7	79	C6	76	C7	83
B5	78	B6	83	B5	79	B6	82
A5	74	A6	85	A5	77	A6	83
G5	74	G6	85	G5	83	G6	86
F5	79	F6	79	F5	79	F6	77
E5	75	E6	81	E5	79	E6	81
D5	73	D6	83	D5	73	D6	83
C5	74	C6	72	C5	74	C6	80
B4	70	B5	72	B4	76	B5	82
A4	70	A5	79	A4	76	A5	81
G4	73	G5	74	G4	76	G5	81
F4	74	F5	74	F4	74	F5	79
E4	71	E5	77	E4	74	E5	79
D4	68	D5	79	D4	70	D5	79
C4	75	C5	66	C4	65	C5	69
B3	74	B4	73	B3	74	B4	76
A3	69	A4	77	A3	75	A4	78
G3	72	G4	79	G3	75	G4	79
F3	75	F4	72	F3	77	F4	72
E3	70	E4	75	E3	76	E4	76
D3	67	D4	78	D3	72	D4	79
C3	76	C4	68	C3	72	C4	67
B2	72	B3	67	B2	76	B3	72
A2	69	A3	76	A2	75	A3	76
G2	72	G3	77	G2	79	G3	76
F2	70	F3	70	F2	74	F3	73
E2	66	E3	75	E2	74	E3	76
D2	62	D3	79	D2	70	D3	79



※グラフの右手の音名表示は省略する

図-23 熟達者 A

各指の平均バロシティ



## ・拍子拍のタイミングについて

音楽は、時間の中の営みである。拍子とリズムはテンポと共にあり、時間の流れに空間性を呼び起こさせる。

本稿の音階演奏でとりあげたテンポは、M.M. ♩=60である。これは、中級以上の学習者の指の動きに対して、余裕のあるテンポであるが、打鍵の均等性や拍子拍のとらえ方という、学習の観点をみすえる目的のため、とくに提示した。

この音階と終止形は、4分の2拍子で、10小節目で構成されている。7小節目までは、1小節目に8つの16分音符をあてはめており、8小節目から最後の10小節目までは終止形である。したがって8小節目と9小節目は、各拍に4分音符があり、10小節目は2分音符になっている（譜例-4を参照）。これをMIDIデータにとり、小節目・拍・ティックの時間領域をグラフ化して、各演奏者の拍子拍の感覚を探ってみる。

MIDIデータのティック(Tick)は、演奏のタイミングをあらわすところであり、本稿で使用しているシーケンサー・ソフトは、4分音符あたり480ティックの分解能を持っている。8分音符は240ティック、16分音符は120ティックである。タイミングの分解能とは、表現可能な最小のリズム値を意味している。4分音符の480分の1は、2048分音符になり、まず使用を必要としない。4分音符のテンポ60は、1秒間を480ティックに分割する。1ティックは、約0.002秒という値である。

次に、各演奏者がメトロノームをききながら、ジャストのタイミングにどのように関わったかをみていく。

今回とりあげる各拍のティック差の数值は、演奏者の1拍ごとの最初のティック値と、ジャスト(0)との差である。グラフの数值の0は、ジャストのタイミングを表し、それよりはやいときはプラス、遅いときはマイナスのティックでその差を示した。そしてグラフにあらわれたティック差の連なりを、打鍵のタイミングをみるということから、「タイミング・ライン」と名付けた。

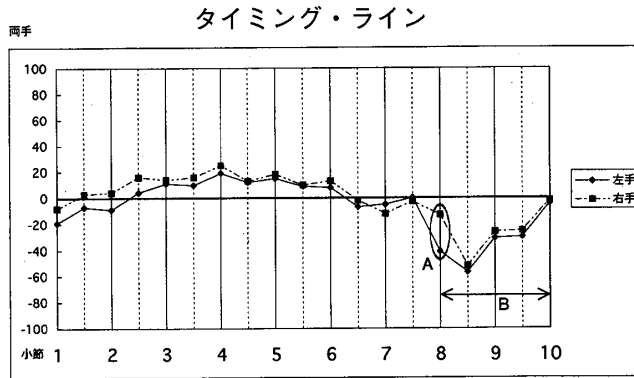
初級者Aの両手での演奏は、8小節目の左右の打鍵タイミングに差があり、終止形がテンポにのりにくい(図-24A、B)。片手ずつの方は問題ないが、とくに左手は、テンポにのるよう練習する必要がある。両手、片手ずつとも、ジャストに近いタイミングで推移しているが、タイミング・ラインがプラスとマイナスで混りあって安定していないので、リズム感にとぼしい演奏になっている。

もう一方、初級者Bのテンポ66の演奏は、マイナス傾向のタイミング・ラインになっており、リズムに重たさを感じる。片手ずつのテンポ80の演奏は、タイミング・ラインがプラスとマイナスを行ったり来たりして方向性がなく、とにかく80のテンポで弾くことに精いっぱいのようなものである。やはり、このテンポで弾くことは、ベロシティの場合と同様にまだ無理である。

図-24 初級者A

ティック差

両手		小節	拍	左手	右手
1	1	1	-19	-8	
	2	2	-7	3	
2	1	1	-9	4	
	2	2	4	16	
3	1	1	11	14	
	2	2	10	16	
4	1	1	19	25	
	2	2	12	13	
5	1	1	15	18	
	2	2	9	10	
6	1	1	8	13	
	2	2	-7	-2	
7	1	1	-5	-12	
	2	2	0	-3	
8	1	1	-41	-13	
	2	2	-57	-52	
9	1	1	-31	-26	
	2	2	-30	-25	
10	1	1	-4	-2	



ティック差

片手ずつ

片手ずつ		小節	拍	左手	右手
1	1	1	-3	-31	
	2	2	-2	-34	
2	1	1	-8	-28	
	2	2	-2	-16	
3	1	1	-8	2	
	2	2	-2	16	
4	1	1	-6	-2	
	2	2	-17	5	
5	1	1	-5	8	
	2	2	-10	-4	
6	1	1	-12	-9	
	2	2	-2	-6	
7	1	1	10	-4	
	2	2	7	4	
8	1	1	0	-1	
	2	2	6	25	
9	1	1	18	5	
	2	2	-3	-7	
10	1	1	-16	-16	

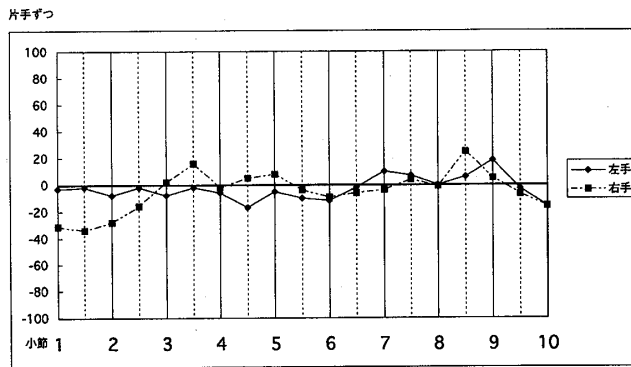
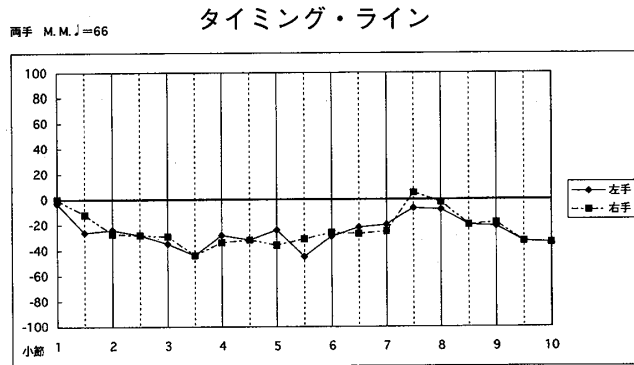


図-25 初級者B

ティック差

両手

両手		小節	拍	左手	右手
1	1	1	-3	0	
	2	2	-26	-12	
2	1	1	-24	-27	
	2	2	-28	-28	
3	1	1	-35	-29	
	2	2	-44	-44	
4	1	1	-28	-34	
	2	2	-32	-32	
5	1	1	-24	-36	
	2	2	-45	-31	
6	1	1	-29	-26	
	2	2	-22	-27	
7	1	1	-20	-25	
	2	2	-7	5	
8	1	1	-8	-2	
	2	2	-20	-20	
9	1	1	-21	-18	
	2	2	-33	-33	
10	1	1	-34	-34	



ティック差

両手

両手		小節	拍	左手	右手
1	1	1	0	-10	
	2	2	-15	-15	
2	1	1	0	7	
	2	2	5	5	
3	1	1	-1	3	
	2	2	-9	-20	
4	1	1	-11	-11	
	2	2	-10	0	
5	1	1	-5	-5	
	2	2	0	14	
6	1	1	32	29	
	2	2	20	20	
7	1	1	4	1	
	2	2	13	20	
8	1	1	-3	-10	
	2	2	-25	-18	
9	1	1	-27	-24	
	2	2	-22	-19	
10	1	1	0	3	

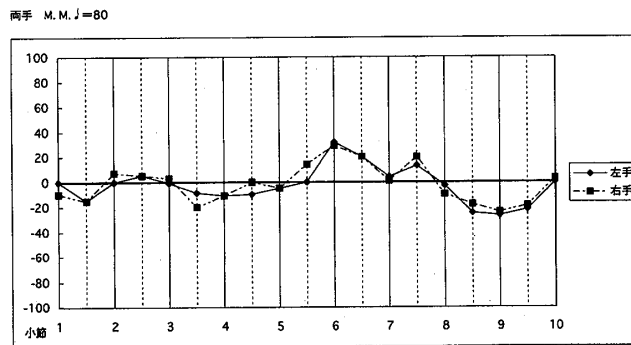


図-26 学習者A 1回目

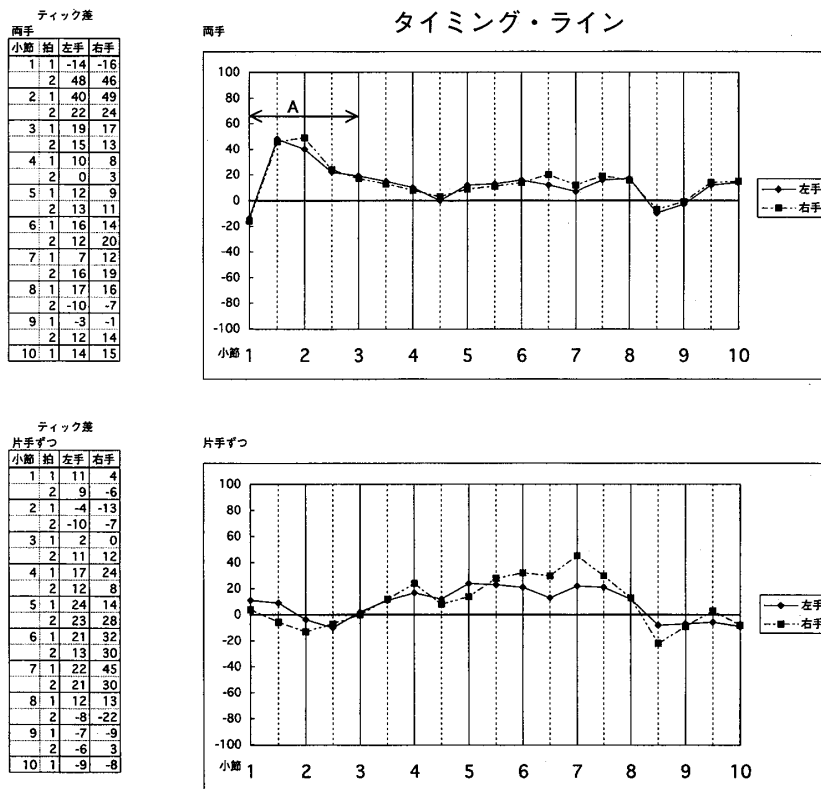


図-27 学習者A 2回目

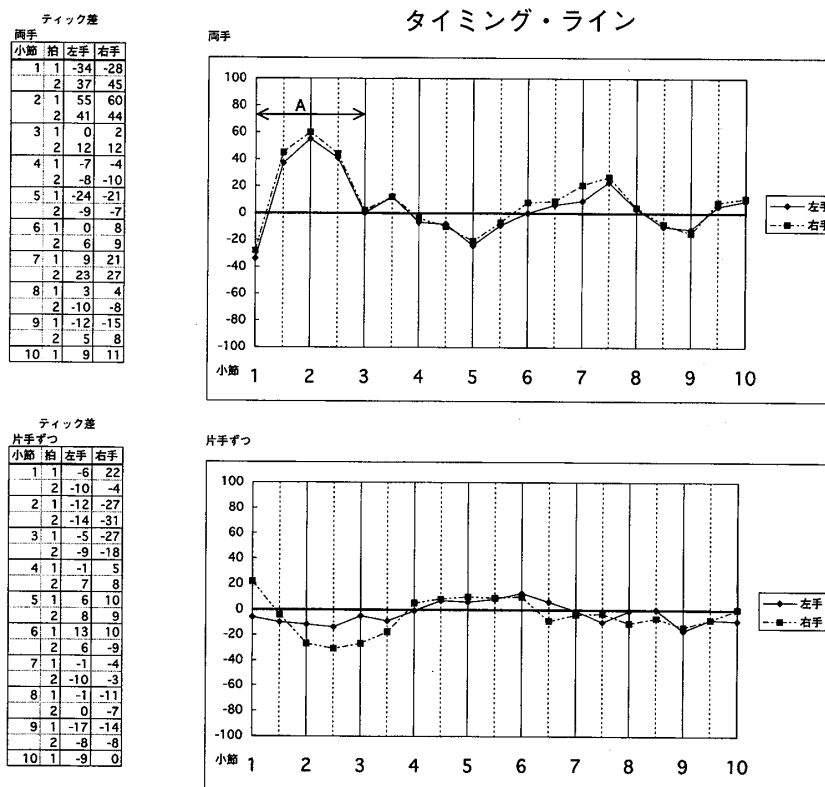
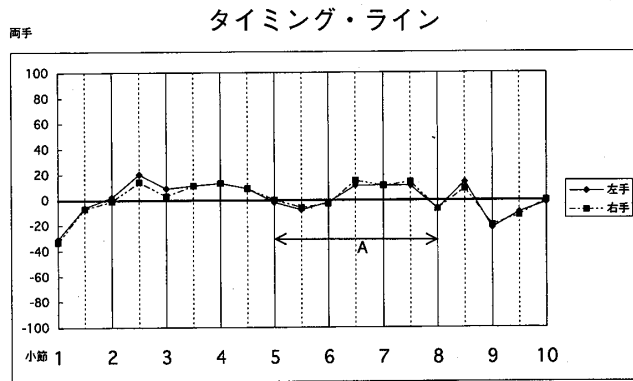


図-28 学習者B 1回目

ティック差

両手		拍	左手	右手
1	1		-31	-33
	2		-6	-7
2	1		2	-1
	2		20	14
3	1		9	3
	2		11	11
4	1		13	13
	2		9	9
5	1		-2	0
	2		-8	-6
6	1		-2	-3
	2		11	15
7	1		11	11
	2		11	14
8	1		-7	-7
	2		14	9
9	1		-22	-20
	2		-10	-12
10	1		-2	0



ティック差

片手ずつ		拍	左手	右手
1	1		11	-26
	2		-2	-26
2	1		-17	-20
	2		-13	-6
3	1		-2	-6
	2		-9	8
4	1		2	20
	2		4	2
5	1		-1	-5
	2		8	6
6	1		2	5
	2		-9	16
7	1		-9	4
	2		-7	-2
8	1		-17	-15
	2		-3	-17
9	1		-11	-10
	2		15	-1
10	1		-6	-22

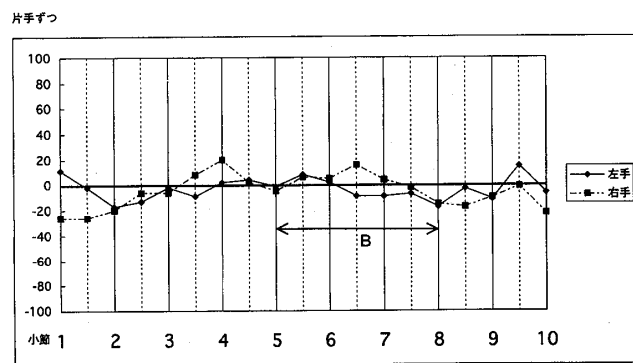
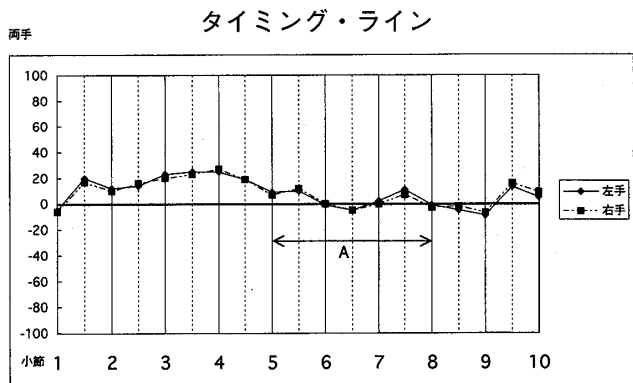


図-29 学習者B 2回目

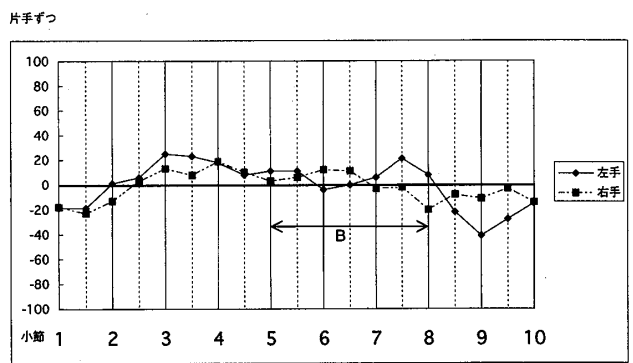
ティック差

両手		拍	左手	右手
1	1		-5	-6
	2		20	17
2	1		12	10
	2		14	16
3	1		23	20
	2		25	23
4	1		25	27
	2		19	19
5	1		9	7
	2		10	12
6	1		-1	0
	2		-5	-5
7	1		2	0
	2		11	7
8	1		-1	-3
	2		-5	-2
9	1		-9	-7
	2		13	16
10	1		5	9



ティック差

片手ずつ		拍	左手	右手
1	1		-19	-18
	2		-19	-23
2	1		1	-13
	2		6	3
3	1		25	13
	2		23	8
4	1		18	19
	2		8	10
5	1		11	3
	2		11	6
6	1		-4	12
	2		0	11
7	1		6	-3
	2		21	-2
8	1		8	-20
	2		-22	-8
9	1		-41	-11
	2		-28	-3
10	1		-15	-14





秋永晴子：MIDI機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用

学習者Aは、両手で演奏する場合、2回とも初めの部分に特徴がある（図-26A、図-27A）。ともかく弾き始めて2小節ぐらいまでは、テンポがつかみにくいようである。後はジャストに近いところで推移しているが、タイミング・ラインのプラスとマイナスが交錯ぎみで、テンポに動揺がみられる。

学習者Bの演奏は、タイミングがジャストに則した経過を持っている。しかし、2回とも5小節目から8小節目にかけて、タイミング・ラインが停滞ぎみである。（図-28A・B、図-29A・B）これは拍にあわせようとする意識が出て、演奏も固くなった為であると思われる。今後、タイミング・ラインにゆるやかなカーブが出るようになることを望む。

学習者Cのテンポ感は、のりが速めである。2回目は、ジャストを心がけたようで、1回目より落ちついたタイミング・ラインになっている。とくに右手のラインは、ととのってきている（図-31、ラインA）。タイミング・ラインの方向性もでており、今後は、弾きはじめのタイミングを確実につかむことである。

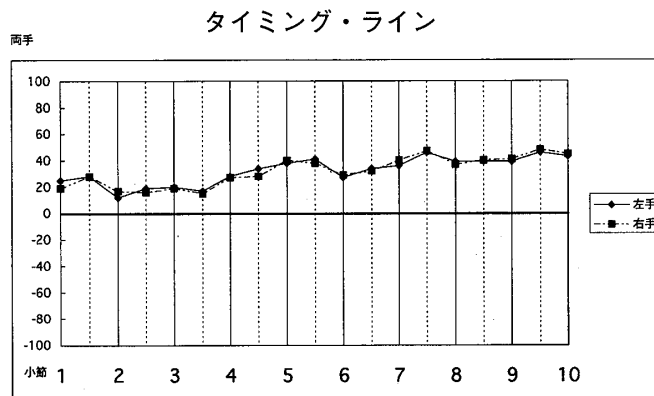
図-32のティック差グラフは、学習者A・B・Cのものである。これまでのデータは、メトロノームをききながら演奏したものであったが、この図-32は、演奏開始前にテンポを、4小節分メトロノームで確認させ、演奏中はメトロノームをつけずに両手で弾いたものである。

この結果をみると、学習者A・B・Cは、3名ともテンポが、かなり加速しているのがわか

図-30 学習者C 1回目

ティック差

両手	小節	拍	左手	右手
1	1	1	25	19
	2	2	28	28
2	1	1	12	17
	2	2	19	16
3	1	1	20	19
	2	2	17	15
4	1	1	28	27
	2	2	34	28
5	1	1	38	40
	2	2	41	38
6	1	1	27	29
	2	2	34	32
7	1	1	36	40
	2	2	46	47
8	1	1	39	37
	2	2	39	40
9	1	1	39	41
	2	2	46	48
10	1	1	43	45



ティック差

片手ずつ	小節	拍	左手	右手
1	1	1	47	10
	2	2	40	17
2	1	1	21	14
	2	2	25	16
3	1	1	25	22
	2	2	25	33
4	1	1	33	33
	2	2	22	36
5	1	1	34	34
	2	2	41	31
6	1	1	31	30
	2	2	28	23
7	1	1	35	34
	2	2	52	38
8	1	1	29	30
	2	2	1	17
9	1	1	5	24
	2	2	8	38
10	1	1	6	53

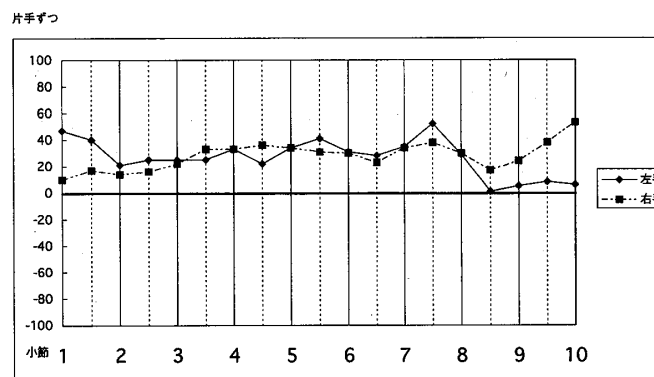


図-31 学習者C 2回目

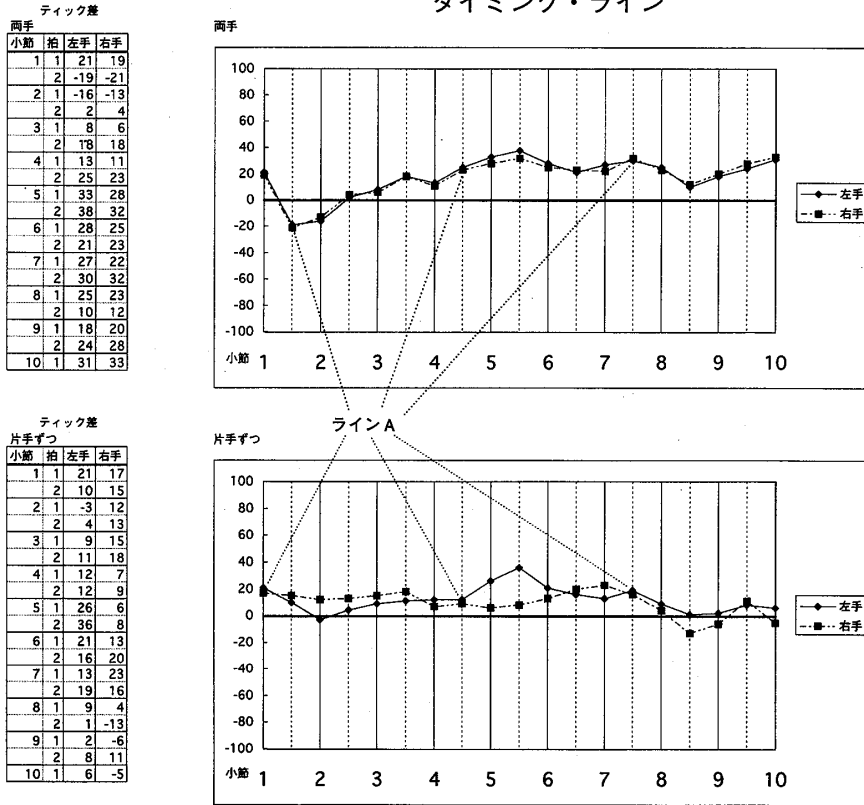
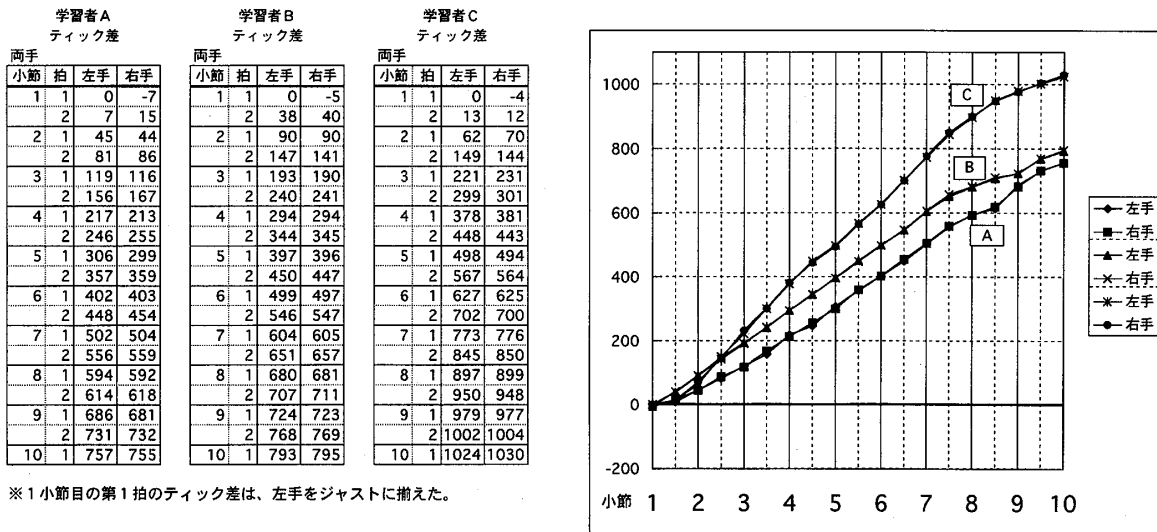


図-32



秋永晴子：MIDI機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用

る。学習者Aの加速の度合いは、音符にするとおよそ付点4分音符分あり、学習者Bは、付点4分音符強で、学習者Cは、2分音符分ぐらいになる。3名にとってM.M.♩=60は、余裕のあるテンポといえるが、メトロノームのついた場合と、つかない場合の格差は予想外に大きかった。とはいえ、このテンポ格差の度合いは、今までみてきた学習者達の演奏技術と、テンポ感やリズム感に沿った結果ともいえる。学習者Aは、手の左右に打鍵力の違いがあり、左手の弱さと不安定さが、テンポの加速度を多少抑制するかたちになったと思う。学習者Bは、メトロノームがつくと、3名の中で最もジャストに近い演奏をするが、自己のテンポ感やリズム感のあらわれともいえるタイミング・ラインが、まだ形成されていないので、メトロノームのような拍をとる補助道具の有無に影響されるようである。学習者Cは、もともとテンポ感が走りぎみであるから、とくに遅めのテンポの場合は、弾きはじめによく確認して、呼吸もととのえて演奏すればよいと思われる。

今後、3名の学習者達が、これらのことを留意して練習することを期待する。

次の図-33、34は、熟達者のものである。

図-33の熟達者Aの両手のタイミング・ラインは、ゆったりとしたアーチ形を描いており、一方図-34の熟達者Bのタイミング・ラインは、ジャストのあたりを流れている。とくに片手ずつのグラフでよく分かる。熟達者同士であっても、タイミング・ラインの描き方は対称的で

図-33 熟達者A

ティック差

両手	小節	拍	左手	右手
	1	1	-11	-9
	2	1	19	15
	2	1	44	43
	2	2	47	49
	3	1	63	67
	2	2	65	67
	4	1	91	94
	2	2	92	91
	5	1	82	86
	2	2	80	84
	6	1	60	64
	2	2	59	67
	7	1	60	62
	2	2	57	57
	8	1	46	44
	2	2	8	14
	9	1	-2	2
	2	2	-17	-11
	10	1	-52	-49

タイミング・ライン



ティック差

片手ずつ	小節	拍	左手	右手
	1	1	-1	-19
	2	2	-20	-22
	2	1	-20	-26
	2	2	-1	-21
	3	1	0	-17
	2	2	0	-1
	4	1	23	10
	2	2	27	10
	5	1	23	12
	2	2	36	16
	6	1	22	27
	2	2	25	23
	7	1	22	30
	2	2	21	31
	8	1	1	17
	2	2	-29	-10
	9	1	-36	-36
	2	2	-40	-39
	10	1	-48	-55

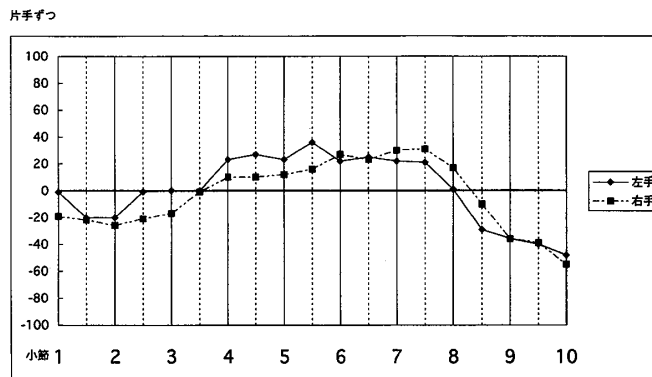
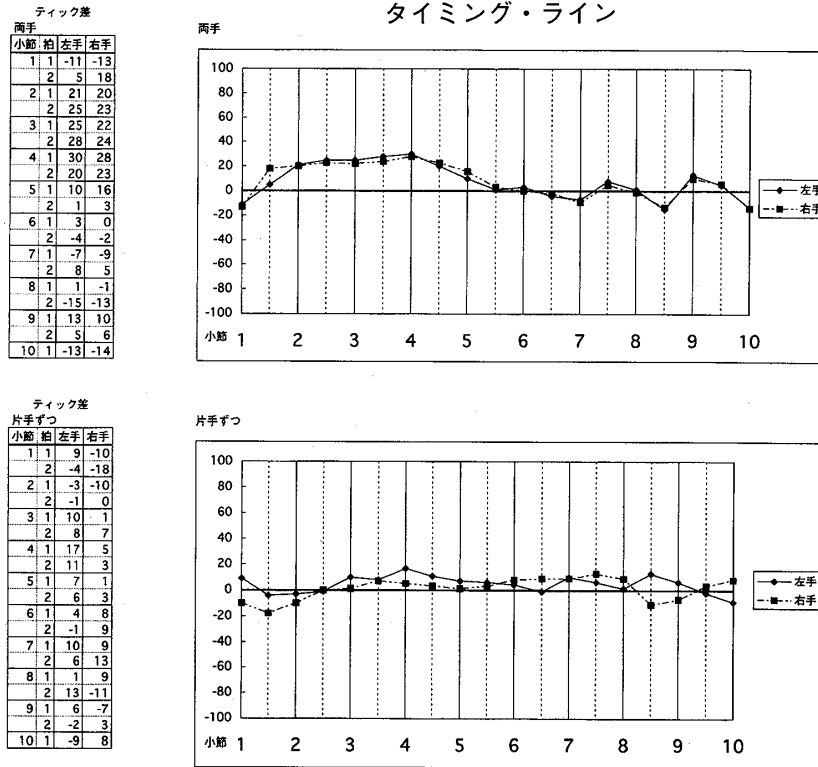


図-34 熟達者B



ある。熟達者Aは、両手のティックが90台を示している箇所もあり、ジャストからみると、タイミングがずれているといえるが、高揚する4オクターブの上行形から弱拍の折り返し点（4小節目の第2拍）をさりげなくカーブして、終りの10小節目までゆるやかに納めていく様子に、演奏者の技量と持ち味を感じる。

熟達者Bは、メトロノームを使った機械的な拍子の進行の中で、ジャスト・ラインに合わせるためというよりも、拍子に対する帰着と出発のサイクルを、自然にコントロールできるだけの訓練された演奏力によるものだといえる。

以上、拍子拍のタイミングを、各演奏者のMIDIデータに基づいて述べてきた。その内容をグラフ化することで「かたち」としてみる事ができた。これはまた、それぞれの奏者の拍子拍に対する息づかいであるとも考えられる。その「かたち」であるタイミング・ラインは、それぞれの奏者の固有のものとみえる。身体にあるリズム感と、演奏技術の程度によって、「かたち」のあらわれ方に差異があることを示しており、熟達者は学習者と比べて、そのタイミング・ラインが整い、ある美しさを持って描かれていた。

音階演奏という、ピアノ演奏技術の基本的な学習で示されたタイミング・ラインの内容は、他の楽曲を演奏する際にも同様のことがいえるはずである。よって学習者は、自身のテンポ感やリズム感を知り、それを理解して練習すれば、上達もはやまるにちがいない。

秋永晴子：MIDI機能付き自動演奏ピアノと映像およびコンピューターによる学習支援システムの活用

## ・おわりに

ピアノの音階演奏におけるペロシティと拍子拍のタイミングについて述べてきたが、完全なピアノ演奏技術のためには、その他、音の長さ（デュレーション）と音色、身体的な諸要素、楽器とかかわる姿勢、心理などが作用しあっていることを忘れてはならない。演奏は、身体と精神との相互関係である。

自動演奏ピアノと映像とコンピューターの学習支援システムを使うことで、時空間にある音の強さや長さを「かたち」としてとらえることができた。指導者は、美しい音や豊かな音量、のっているリズムを具体的に示して説明することの、強力な助けを得たことを感じるであろう。このように分かりやすい方法を考えていこうとすることは、進歩をはやめる効果的な指導法であると同時に、学習者も自分をみつめて、理解しようとする努力を惜しまないであろう。

## ・使用機器およびソフトウェア

### ・楽器

- ・MIDI機能付き自動演奏ピアノ：ヤマハ ピアノプレーヤ 特注 (HQ) C3
- ・電子鍵盤楽器：ヤマハ グランタッチ DGP1  
ヤマハ クラビノーバ CVP89

### ・DTMシステム

- ・コンピューター：APPLE POWER MACINTOSH 8500/120
- ・インターフェース：MARK OF THE UNICORN MIDI TIME PIECE II
- ・音源モジュール：ヤマハ MU80
- ・シーケンサー・ソフト：OPCODE STUDIO VISION PRO 3.03J

### ・オーディオ

- ・ミキサー：MAXON PM6
- ・マイクロフォン：SHURH SM57-LC
- ・スピーカー：ヤマハ MS20S
- ・オーディオ入出力ボード：DIGIDESING AUDIO MEDIA III

### ・映像

- ・液晶8ミリビデオカメラ：シャープ 液晶ビューカム VL-HL3
- ・ビデオ入出力ボード：INTERWARE CINEMA GEAR
- ・ビデオ入力ソフト：INTERWARE VIZIT UNIVERSAL

## ・参考文献

- ・ C. P. E. バッハ著『正しいピアノ演奏法』、1753、1762、東川清一訳、全音楽譜出版社、1963、1969。
- ・ C. ツェルニー著『若き娘への手紙』、米国版1861、中村菊子・渡辺寿恵子訳、全音楽譜出版社1984。
- ・ J. レヴィーン著『ピアノ奏法の基礎』、1924、中村菊子訳、全音楽譜出版社、1980。
- ・ ライマー＝ギーゼキング著『現代ピアノ演奏法』、1931、井口秋子訳、音楽の友社、1967。
- ・ J. ディッヒラー著『ピアノ演奏法の芸術的完成』、1948、渡辺 護・尾高節子訳、音楽の友社、1957。
- ・ G. ネイガウス著『ピアノ演奏芸術について』、1958、園部四郎訳、音楽の友社、1965。
- ・ J. J. エーゲルディンゲル著『弟子からみたショパン』、1979、米谷治郎・中島弘二訳、音楽の友社、1983。
- ・ C. ヤベロウ著『MACWORLD 音楽大全』、1992、MME (Macintosh Music Evangelists) 訳、扶桑社、1993。
- ・ 安藤由典著『新版 楽器の音響学』、音楽の友社、1996。

本研究は、夙川学院短期大学特別研究助成金によるものです。

関係各位に、深く感謝の意を表します。