

A-8-3

ボールルームダンスにおけるクローズド・チェンジとホイスクの解析

Analysis of Closed Change and Whisk in Ballroom Dancing

○正 塩谷 義^{*1}

Tadashi SHIOYA^{*1}

^{*1} 東京大学 The University of Tokyo

Closed Change and Whisk which have common and different features each other are analysed in mechanical point of view. The movement of Whisk in Waltz representing the transition from the closed position to the promenade position in ballroom dancing is described by a method proposed in the present paper. The position and movement of dancers are composed of the movement of couple centre, the rotation of the couple as a solid and the rotation of each dancer around each dancer's centre. Three types of Whisk are examined and compared. The kinetic and potential energies in each case are analysed and discussed. Choosing an adequate type in Whisk in actual dancing occasions is suggested.

Key Words : Promenade Position, Waltz, Closed Position, Line of Dance, Whisk, Closed Change, Roll

1. 結 言

Closed Changes は, Ballroom Dance の初心者に対してまず初めに紹介される Figure であり, これに続き Natural Turn および Reverse Turn が説明される. Whisk は, その次の段階から上級者にいたるまで広く用いられている Figure である. 本研究においては, 以下 Waltz の場合を例にとり解析を行なう. Closed Change には男子右足前進から始まる Closed Change from Natural to Reverse と男子左足前進から始まる Closed Change from Reverse to Natural があり, それぞれ, 右回転系の Figure から左回転系の Figure へのつなぎ, および, その逆のつなぎとして説明される. Natural Turn および Reverse Turn は, それぞれ前半 3 歩による Swing および後半 3 歩による Swing により構成され, それぞれの Swing において, 重心の移動径路はほぼ一直線上であり, 回転は重心周りの運動として解析されている (塩谷 2016, Shioya, 2018a). これに対し, Closed Change は, しばしば, 回転を伴わない Natural Turn や Reverse Turn として簡単に説明されることもある. しかし, 力学的には, Closed Change の 3 歩の間には重心径路の曲折があり, 多少複雑な動作である. 本研究においては, この点に注目して解析を行なう.

Whisk は Closed Change と多くの共通点がある一方, Closed Position から Promenade Position への移行という, 重要な動作もある. Promenade Position (PP)は ISTD (1982)の説明において

"A position where the Man's R side and the Lady's L side are in contact, and the opposite side of the body open to form a V shaped position."

となっている. P.P.は具体的には, Alignment において, 例えば Man, Facing DW, Lady, Facing DC などと表記され男女間の開きが 90° 程度にみえるが, Alignment は足の向きを基準としているので, 実際の Body の開きを表しているわけではない. Ballroom Dance において, 多くの Figure では Closed Position のまま Couple が一体となって終始するものと, Promenade Position で終わるものがある. 類似の Figure において Closed で終わるものと P.P.で終わる代表的なものを下記に並べて表記する.

Closed Impetus	Open Impetus
Outside Change	Outside Change ended in P.P.
Basic Weave	Basic Weave ended in P.P.
Weave from P.P.	Weave from P.P. ended in P.P.

Closed Telemark	Open Telemark
Turning Lock	Turning Lock ended in P.P.
Hover Telemark	Hover Telemark to P.P.

本稿においては、これらのうち最も基本的な Figure である Whisk を Promenade Position への移行の代表として、Closed Change と比較しながら解析をする。Closed Position における Figure の解析においては男女の Couple が一体となって運動する Model で基本的な解析を行なうことができたが、Promenade Position においては男女の位置関係が変化するので、男女の Dancer がそれぞれ別の物体として 2 体問題として解析すると考えるのが自然であるが、そうするとかなり複雑となり、却って、Couple Dance の本質を見失うことになりかねない。本報では、男女の位置関係が変化しても、その一体性が見えるかたちでの Promenade Position への移行の力学的解析方法の提案を行なう。Whisk については、男女の回転量に関して 3 つの方法があり、本報においてはそれらの比較、および、選択指針を示す。

2. 解 析

2・1 Chart による記述

Closed Change from Reverse to Natural

Closed Change には前述のように From Natural to Reverse と From Reverse to Natural があり、Chart (ISTD, 1982)には From Natural to Reverse のみが表示され、From Reverse to Natural はそれを、左右入れ替えたものとしている。ISTD (1982) は、Natural Turn と Reverse Turn の関係においても単に左右の入れ替えで表示しているが、実際には筆者が示したように(塩谷, 2018)左右の回転では異なる点もあり Dance の Performance にもかなりの影響がある。Closed Change の場合は回転がほとんどないので、Natural Turn と Reverse Turn の関係ほどの差異はないが、Hold の左右非対称があり、また 1 歩目に若干の CBM があるので、Dancer にとって多少の左右の感覚差はある。しかし、いずれにせよ Chart 上の記述においては左右の入れ替えのみである。ここでは、後述の Whisk との比較のため、From Reverse to Natural の場合を以下に示す。

Man:	Feet Position	Alignment	Amount of Turn	Rise & Fall
Step 1	LF fwd	Facing DW	Nil	Com to rise e/o 1
Step 2	RF to side and slightly fwd	Facing DW	Nil	Cont to rise on 2 and 3
Step 3	LF closes to RF	Facing DW	Nil	Lower e/o 3
	Footwork: 1 HT; 2 T; 3 TH.	CBM on 1 (slight)	SWAY: SLL.	

Note. — Although the amount of turn is given as "Nil", a very slight turn to L may be made.

Lady:	Feet Position	Alignment	Amount of Turn	Rise & Fall
Step 1	RF back	Backing DW	Nil	Com to rise e/o 1 NFR
Step 2	LF to side and slightly back	Backing DW	Nil	Cont to rise on 2 and 3
Step 3	RF closes to LF	Backing DW	Nil	Lower e/o 3
	Footwork: 1 TH; 2 T; 3 TH.	CBM on 1 (slight)	SWAY: SRR.	

Whisk については、女子のみが回転する標準形(本稿では **Whisk A** と表記する)と、男子のみが回転する Corner 形(本稿では **Whisk B** と表記する)があり、また、男女とも回転する中間的な形(本稿では **Whisk C** と表記する)がある。ISTD による表記を以下に示す。(ISTD, 1982).

Whisk A

Man:	Feet Position	Alignment	Amount of Turn	Rise & Fall
Step 1	LF fwd	Facing DW	—	Com to rise e/o 1
Step 2	RF to side and slightly fwd	Facing DW	—	Cont to rise on 2
Step 3	LF crosses behind RF in PP	Facing DW	—	Up. Lower e/o 3

Footwork: 1 HT; 2 T; 3 TH. CBM on 1 (slight) SWAY: SLL.

Note. — The position of step 2 is consistent with step 2 of a Closed Change.

Lady:	Feet Position	Alignment	Amount of Turn	Rise & Fall
Step 1	RF back	Backing DW	—	Com to rise e/o 1 NFR
Step 2	LF diag back	Pointing DC	1/4 to R between 1-2 Body turns less.	Cont to rise on 2 and 3
Step 3	RF crosses behind LF in PP	Facing DC	Body completes turn.	Lower e/o 3

Footwork: 1 TH; 2 T; 3 TH. CBM Nil. SWAY: SRR.

Note. — The feet complete the turn between 1-2.

Whisk B: When man turns 1/4 at corner to end facing DW of new LOD, also at side of room to end facing DC.

Man:	Feet Position	Alignment	Amount of Turn
Step 1	LF fwd	Facing DW	Com to turn L
Step 2	RF diag fwd R side leading.	Facing LOD	1/8 between 1-2
Step 3	LF crosses behind RF in PP	Facing DW of new LOD	1/8 between 2-3

Lady:

Step 1	RF back	Backing DW
Step 2	LF back L side leading	Backing DW
Step 3	RF crosses behind LF in PP	Facing DC of new LOD

Whisk C: When Man turns 1/8 at side of room in order to move DC on next figure.

Man:	Feet Position	Alignment	Amount of Turn
Step 1	LF fwd	Facing DW	Com to turn L
Step 2	RF to side and slightly fwd	Facing LOD	1/8 between 1-2
Step 3	LF crosses behind RF in PP	Facing LOD	—

Lady:

Step 1	RF back	Backing DW	Com to turn L
Step 2	LF diag back	Backing LOD	1/8 between 1-2
Step 3	RF crosses behind LF in PP	Facing centre	1/4 to R between 2-3

Whisk B, C における Rise & Fall, Footwork, Sway は Whisk A の場合と同じとしている。

上記 Whisk C においては、女子が途中で左回転から右回転に切り返すという表記上は多少 Irregular な動作が示されていることは注意を要する。Whisk にはこのほかに、別の Figure 名として、Back Whisk, Left Whisk などもあるが、かなり異なった動作なのでここでは扱わないことにする。

2.2. 時刻および位置の表示

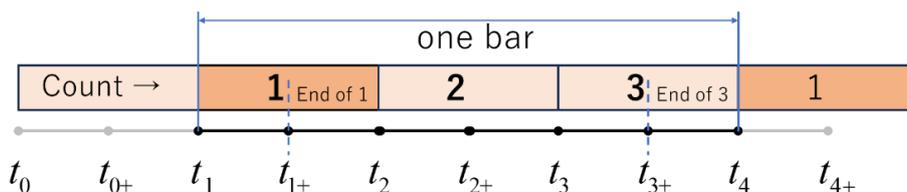


Fig. 1 Definition of Timings in Waltz:

One bar consists of 3 beats. Starting time of the bar is t_1 . Ending time of the bar is t_4 .

Figure における各 Step を説明するとき、Step Number, Count 等が、1 点の時刻を指すのか、長さのある時間を示

すのかが、必ずしも明確になっていないこともある。本稿においては、Waltz の Figure における時刻 t を 1beat の 1/2 刻み間隔で、 $t_{0+}, t_1, t_{1+}, t_2, t_{2+}, t_3, t_{3+}, t_4$ と表示する。 $t=t_{0+}$ は前の小節の Count 3 の後半の初め、 $t=t_1$ は Figure の初めの Count 1 の開始時点、Count 3 の終わりは次の小節の初めであり、 $t=t_4$ である。Waltz の tempo を 28 bpm とすれば、1 小節の時間は $28/60=2.143$ である。図 1 にこの関係を示す。

座標および男女の位置関係

座標は Ballroom 内で LOD (Line Of Dance) 方向を x ，中央 (Centre) 方向を y とする。Couple の重心回りの回転角 θ を男女の重心を結んだ線の LOD からの傾斜で定義する。男女間の重心位置の距離を ρ ，それぞれ重心の Couple 重心 (x_G, y_G) からの距離を ρ_M, ρ_L とする。Couple 重心からの男女の距離の比は体重の比に反比例する。女子の重心 (x_L, y_L) ，男子の重心 (x_M, y_M) の位置はそれぞれ、

$$\text{Lady: } x_L = x_G - \rho_L \cos \theta, \quad y_L = y_G - \rho_L \sin \theta, \quad \text{Man: } x_M = x_G + \rho_M \cos \theta, \quad y_M = y_G + \rho_M \sin \theta, \quad (1)$$

である。Closed Position における男女の Hold は、互いに逆方向を向き、相手の重心が自身の正面から $\pi/4$ (45°) 右にある位置で Contact しているとする。男子が DW 方向を向いている場合、 $\theta = \pi/2$

$$\text{Lady: } x_L = x_G, \quad y_L = y_G - \rho_L, \quad \text{Man: } x_M = x_G, \quad y_M = y_G + \rho_M \quad (2)$$

となる。

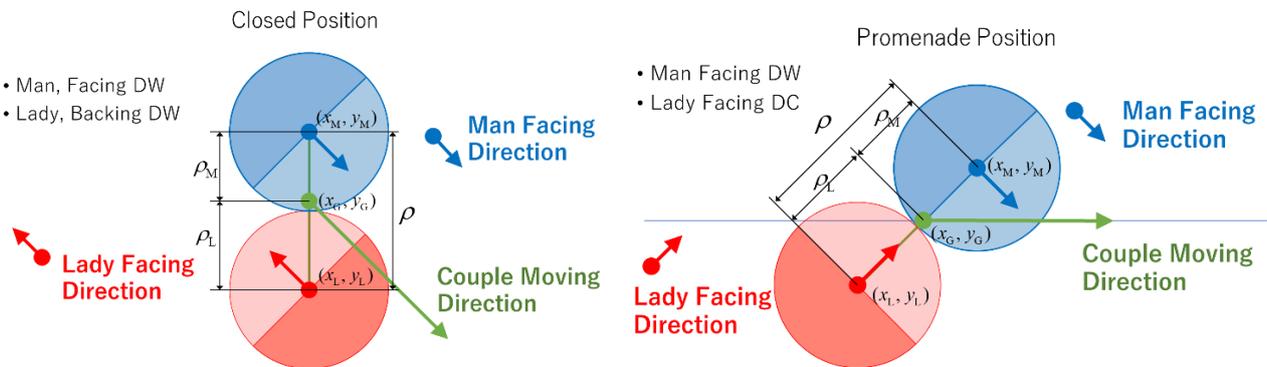


Fig. 2 Closed Position and Promenade Position in Ballroom Dancing
In Closed Position, Lady is facing opposite direction to Man, on his right side about 45 degree ($\pi/4$).
In Promenade Position, Lady ('s foot) rotates about $\pi/4$ to right relative to Man's direction. Moving direction is between Man and Lady's facing direction.

Promenade Position における男女の Hold は、次の進行方向を LOD (x) とすると、この向きから男子が左に $\pi/4$ (45°) 方向に開き、女子は右に $\pi/4$ に開き、男子のやや後ろで Contact するとされる。ただし、この角度は ISTD (1982) の定義に従い、足の向きとする。男女重心間の距離は Closed Position の場合と同じと考える。すなわち、

$$\text{Lady: } x_L = x_G - \frac{1}{\sqrt{2}} \rho_L, \quad y_L = y_G - \frac{1}{\sqrt{2}} \rho_L, \quad \text{Man: } x_M = x_G + \frac{1}{\sqrt{2}} \rho_M, \quad y_M = y_G + \frac{1}{\sqrt{2}} \rho_M \quad (3)$$

Closed Position と Promenade Position の男女の位置関係を考察する。Closed Position から Promenade Position に移行するとき、男子の左側、女子の右側が開くので男女の重心間隔も離れるようにも思える。実際、重心間距離は個々の Couple にも依存し、多くの初心者 Couple ではかなり身体間隔が離れるのがみられる。しかし、先に述べたよ

うに、足の向きはかなり開くが Body 部分の開きは小さく、上級者ほど一体感が保たれる。図 2 に Closed Position と Promenade Position の模式図に示す。

本報においては、男女各 Dancer の運動を次の 3 運動の和として、記述、解析することを提案する。

1: Couple 重心点の移動運動, (塩谷, 2016, Shioya, 2018a)

2: Couple 重心点まわりの Couple としての (一体) 回転運動,

3: それぞれの Dancer の自身のまわりの回転運動

このほかに Dancer 間距離の多少の伸縮運動もあり得るが、微小としてここでは無視する。

2.3. Couple 重心の移動径路 Swing

Figure における各歩の方向は LOD, DW (Diagonal to Wall), DW against LOD という $\pi/4$ (45°) 刻みとなっている。それぞれの Figure の動きの概念を $\pi/4$ 刻みの角度で Vector を繋いで表示すると、図 3 となる。ただし、Figure の最終位置を座標の原点として表示している。実際の動きはこれら繋ぎ点で静止することはないので、各歩 (Vector) の開始時点から終了時点までを Overlap させて円滑な移動径路を実現させることになる。

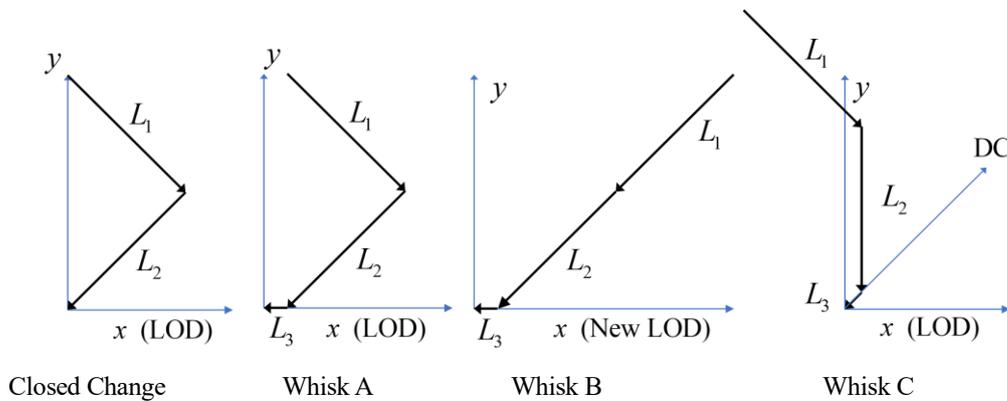


Fig. 3 Schematic Concept of Each Step Movement of Closed Change and Whisk

$L_1 = L_2 = 1 \text{ m}$, $L_3 = 0.2 \text{ m}$. Actual movements rounded at the corners, are analysed below.

Swing の関数としては、最も自然な動作に近いと考えられる調和関数を各 Vector に用いる。調和関数の条件としては、始点および終点において速度と加速度を零とする。すなわち Swing の時間 T , Couple 重心移動距離 L , 直線移動径路に沿って l_G とすれば、

$$\frac{l_G}{L} = \left(\frac{t}{T}\right) - \frac{1}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \quad \left(\frac{T}{L}\right) \frac{dl_G}{dt} = 1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \quad \left(\frac{T^2}{L}\right) \frac{d^2 l_G}{dt^2} = -2\pi \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \quad (4)$$

Closed Change :

先に述べたように Natural Turn の場合は Couple 重心の径路が 1 小節間でほぼ直線であり、この間の Swing は直線状の 1 動作とみなすことができたが、Closed Change の場合は径路が途中で横方向に大きく変化して曲がるので、本解析においては 2 Swing の動作に分けて扱うのが合理的と考える。ただし、実際の動きにおいては屈曲位置 (Step 2) において静止することなく (図 2 のように角ばって進路変更することなく) ある程度の有限曲率をもった進路となるので、初めの DW 方向への Swing (第 1 動作) と後半の横方向 (DW against LOD 方向) への Swing (第 2 動作) と Overlap すると考える。第 1 Swing は開始時刻 $t = t_{1s}$ から終了時刻 $t = t_{1e}$ まで、距離の DW 成分を L_1 とする。Swing の始点および終点で速度、加速度を 0 とする滑らかな調和関数として式(4)の具体式として

Whisk :

Whisk A においては Couple 重心の軌跡は, Closed Change の場合と近い. 第 1 動作, 第 2 動作は上記 Closed Change と同様と考え, Vector の長さは $L_1 = L_2$ とする. Dancer は Step 3 においては足を閉じずに, 後ろに交差させるので, これを第 3 動作とする. 第 3 動作は次の Figure の進行方向 (LOD) を考え, Against LOD の Vector とし, 長さは短い L_3 で表す. 具体式としては,

$$\left(\frac{1}{L_3}\right)(x_G - x_{G3s}) = -\left(\frac{t-t_{3s}}{t_{3e}-t_{3s}}\right) - \frac{1}{2\pi} \sin\left\{2\pi\left(\frac{t-t_{3s}}{t_{3e}-t_{3s}}\right)\right\} \quad (12)$$

となる. この方向の始点, 終点は, $t_{3s} = t_{2+}$, $t_{3e} = t_{3+}$ とする.

Whisk B においては最終的な Couple 重心位置を上記 Closed Change および Whisk A と同じく原点に合わせるため, 座標は New LOD を x 方向とする. 第 1 動作, 第 2 動作における Couple 重心は同じ方向で 1 つの動作とし, Vector 長さは計 $L_1 + L_2$ とする. 第 3 動作における Couple 重心動作は上記 Whisk A と同様と考え Vector 長さは L_3 , この方向の動作の始点, 終点は, $t_{3s} = t_{2+}$, $t_{3e} = t_{3+}$ とする.

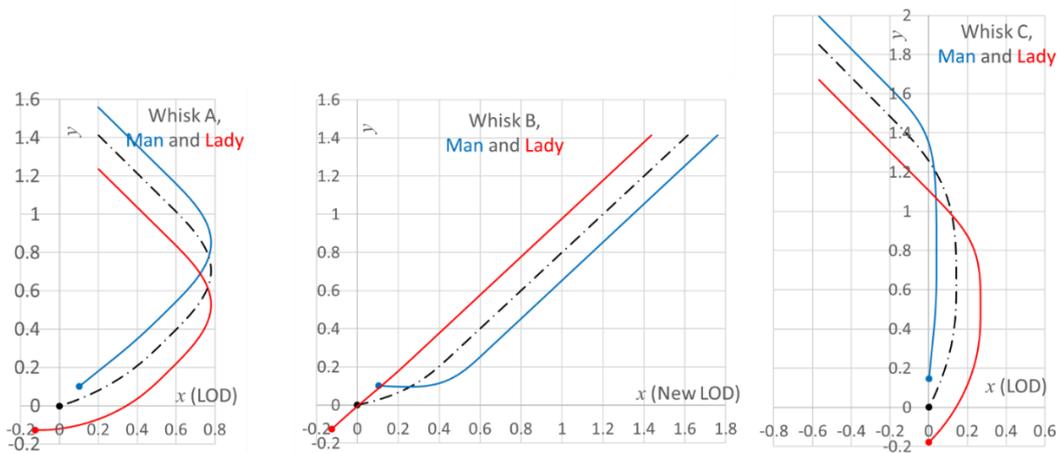


Fig. 5 Dancers' movement in Whisk A, B and C
 Dash-dotted line: gravity centre of the couple
 Red line: Lady's gravity centre. Blue line: Man's gravity centre.

Whisk C においては開始時点では Whisk A と同じ Position (Man facing DW) であるが, Closed Position のまま 1 歩目から 2 歩目にかけて Couple 一体として $\pi/4$ ($1/8$) 左回転する. したがって, 第 2 動作 L_2 の方向は To Wall (y の負の方向) となる. そのあと第 3 動作 L_3 では女子のみ $\pi/2$ ($1/4$) 右回転して Promenade Position となる. L_2 , L_3 間の角度は Whisk A, B と同じである. L_1 , L_2 , L_3 の Vector の長さは Whisk A と同じとする. L_3 方向動作の始点, 終点は, Whisk A, B と同様, $t_{3s} = t_{2+}$, $t_{3e} = t_{3+}$ とする. 上記 Whisk A, B では PP での次の進行方向は x 方向であったが, Whisk C の場合は DC である. 各 Figure における Whisk における具体的な径路の解析結果を図 5 に示す.

2.4. Whisk における回転

Whisk においては、径路の曲折とともに各 Dancer の回転を伴う。本報においては、男女一体としての回転を男女の重心を結ぶ線分の LOD からの傾き角度 θ の変化で表し、Promenade Position へ男女が開く過程においては、それぞれの Dancer が自身の重心周りの回転を θ に加える分の角度として表現する。

Couple 重心まわりの回転運動（男女重心を結ぶ線分の回転運動） 一体回転 θ

重心線分の LOD からの初期 t_{θ_s} における角度を θ_s 、終点 t_{θ_e} における角度を θ_e として、途中の角度 $\theta(t)$ の変化に調和関数を用いる。回転にも慣性があるので、始点、終点においては角速度とともに角加速度も 0 とする。

$$\frac{\theta - \theta_s}{\theta_e - \theta_s} = \left(\frac{t - t_{\theta_s}}{t_{\theta_e} - t_{\theta_s}} \right) + \frac{1}{2\pi} \sin \left\{ 2\pi \left(\frac{t - t_{\theta_s}}{t_{\theta_e} - t_{\theta_s}} \right) \right\} \quad (13)$$

上式において左回転であれば $\theta_e - \theta_s > 0$ 、右回転であれば、 $\theta_e - \theta_s < 0$ である。Whisk 回転の始点、終点は上

記、 L_3 方向への径路変化の始点、終点と同期するものとする。すなわち、 $t_{\theta_s} = t_{1+}$ 、 $t_{\theta_e} = t_{3+}$

個々の Dancer の自身の重心周りの回転運動

Whisk A, B, C における PP へ開く回転動作では、どちらか一方のみの回転である。したがって、この動作では回転側 Dancer は上記一体としての回転を単に 2 倍したものとなる。

Whisk A (女子右回転) : $\theta_s = \pi/2$ $\theta_e = \pi/4$ 、 $t_{\theta_s} = t_{2+}$ 、 $t_{\theta_e} = t_{3+}$ とする。男女重心を結ぶ線分は右 $\pi/4$ 回

転（一体回転）である。男子は一体回転分（右回転 $\pi/4$ ）を差し引くように左回転 $\pi/4$ の自転を加え実質回転無し、女子は一体回転とおなじ回転量右 $\pi/4$ を追加し、合計 $\pi/2$ 右回転となる。

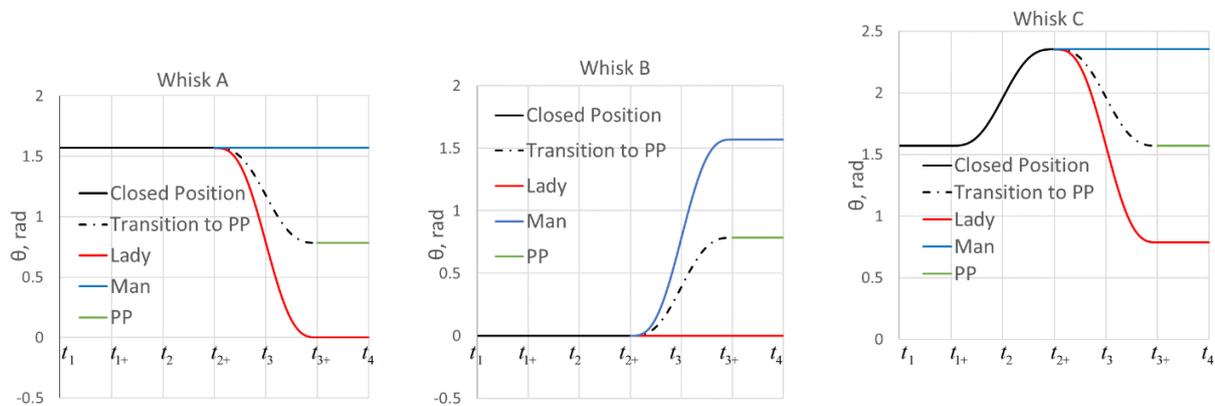


Fig. 6 Rotation angle measured from LOD with timing in whisk
Dash-dotted line: the line connecting the gravity centres of Lady and Man
Red line: Lady's direction change. Blue line: Man's direction change

Whisk B (男子左回転) : $\theta_s = 0$ $\theta_e = \pi/4$ 、 $t_{\theta_s} = t_{2+}$ 、 $t_{\theta_e} = t_{3+}$ とする。男女重心線は左 $\pi/4$ 回転である。

Whisk C (男女左回転後、女子右回転) : はじめは男女一体で $\pi/4$ 右回転する。一体回転の始点は、 $t_{\theta_s} = t_{1+}$ 、終

点は、 $t_{\theta_e} = t_{2+}$ 、とする。後半は男子回転なし、女子は、 $\pi/2$ 左回転する。始点、終点は Whisk A, B と同じく

$t_{\theta_s} = t_{2+}$ 、 $t_{\theta_e} = t_{3+}$ とする。それぞれの回転角度の変化を図 6 に示す。

Whisk A, Whisk C においては女子は回転しない男子 Body 上を左回転で転がるように移動し、接触点の相対的すべり移動はない。また Whisk B においては逆に男子は女子 Body 上を右回転で転がるように移動し、接触点の相対的すべり移動はない。この関係の説明を図 7 に示す。

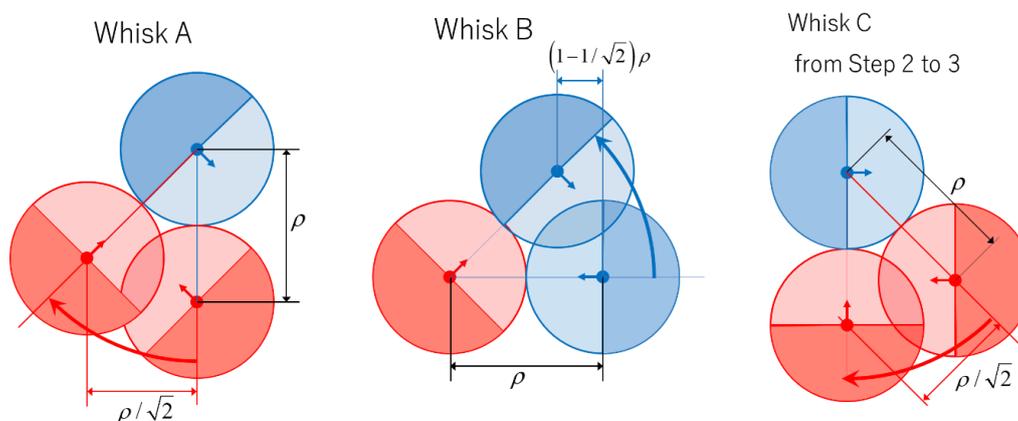


Fig. 7 Relative movements of Lady and Man in Whisk
 Lady rolls on Man's body in Whisk A and C. Man rolls on Lady's body in Whisk B
 Relative travelling difference Whisk A: $\rho/\sqrt{2}$, Whisk B: $(1-1/\sqrt{2})\rho$, Whisk C: $\rho/\sqrt{2}$

すなわち、Whisk による Closed Position から Promenade Position への移行では接触点の移動にすべりはなく、Rolling により行なわれることが示されている。Promenade Position における男女間の位置関係は Whisk の最終 Alignment では Man facing DW および Lady facing DC となっているので、PP の状態では男女の向きが直角のように感じられるが、先に述べたように回転量は足の向きで測るので、Body の向きが必ずしも直角というわけではない。個人差もあるが実際には International style の Ballroom Dance においては Body の向きは多少鋭角気味となる場合が多い。

Promenade Position は実際には次の進行方向を示唆している。本報で示した Whisk A, B の場合、次の進行方向は along LOD (x 方向) である。この進行方向 x における男女の位置差は (3) より、

$$x_M - x_L = \frac{1}{\sqrt{2}} \rho_M + \frac{1}{\sqrt{2}} \rho_L = \frac{1}{\sqrt{2}} \rho \quad (14)$$

となる。Whisk の開始時点では、Whisk A において DW であり、 x 方向の差は 0 であったので、女子は男子より上記 $\rho/\sqrt{2}$ 程度大きく、 $-x$ 方向に (後方に) 移動することになる。この差は女子が回転に伴い 1 歩目右足後退で Ball から Heel に接地点を移動する過程で賄われる。Whisk における女子の技術の難しさの大きな点のひとつである。一方、Whisk B においては、開始時点で x 方向に $x_M - x_L = \rho$ であったので、男子は女子よりも $(1-1/\sqrt{2})\rho$ 程度大きく、 x 方向に移動することになる(図 7)。この差は男子 1 歩目左足前進歩で接地点が Heel から Ball に移行する過程で行われるが、上述の Whisk A における女子の移動量より小さく、また、この動作(前進からの Foot swivel) は自然の動きで難しい技術ではない。むしろ、Whisk B を採用する Amalgamation の組み立ては技術が十分でない女子の負担を軽減させる一つの方法でもある。具体的には、たとえば、Whisk はなるべく部屋の Corner で用いて Whisk B とすることである。

2.5. 回転動作の補足

先に述べたように Closed Change の基本形においては両足間で定義される回転はないとしているが、Body の回転の動きは CBM にて若干あることが示されている。CBM on 1 (slight) における slight は、Step 2 の Man: RF to side and slightly fwd または Lady: LF to side and slightly back の slightly に対応していると解釈できる。すなわち 1 歩目の

前進における若干の回転動作の開始が、2歩目の足の横への動作に若干の fwd (Man)または back (Lady)として反映されると解釈できる。(すなわち1歩目の Moving direction に対し、2歩目開始時には Body の Right Side: Man が若干先行している。)また、Body (重心)の動きとしては、前後の運動から横への運動への切り換えを smooth に行なうため、前後の運動が2歩目にも若干残る、と解釈できる。

Whisk の場合は、Man: CBM on 1 (slight)であるが、Lady: CBM Nil. である。したがって、Step 1において、すでに、Man's L side (Lady's R side) が slightly 開き始めている、と考える。すなわち PP の開始が1歩目から始まっているとも解釈できる。

Whisk C は Whisk A と B の中間的な動作と思われがちであるが、本報の各図に示されるようになんかの違いがある。Whisk C においては女子は左回転から右回転への切り換えがあり、Whisk A と比べても却って難しい面もある。具体的には Whisk A においては2歩目の左足は最終方向を指している (pointing) ので、左足上での swivel はない。しかし、Whisk C においては2歩目から3歩目にかけて、 $\pi/2$ (1/4)の回転が必要となる。また、本報における Whisk の回転動作の開始は Count 2 の後半 ($t_{0e} = t_{2+}$) とする例を示したが、Whisk A, B については実際これより若干早めに開始することも可能であり、動作に Flexibility がある。しかし、Whisk C については、回転の切り換えがあるため、右回転の前倒しができないので限られた時間内で動作を行なわなければならないとも言える。

2.6. Rise and Fall と Energy

Closed Change の Rise and Fall は Natural Turn および Reverse Turn と同じである。これは、3歩目で足を閉じるといふ Waltz の基本動作であるからである。Rise 後の理論上可能な最大高さ H_{\max} は Lower して Down の位置までに要する時間 $T_{1/6}$ から求められる。具体的に Tempo: 28 bpm. とすれば、 $T_{1/6} = 60/28/6$ sec であり、

$H_{\max} = 0.2535$ m となる。Whisk においては、Rise and Fall も Closed Change と若干異なり、2歩目の終わりで

Rise は終了、3歩目はその高さを前半保ち後半で Lower する。最高高さは Closed Change の場合より低くなるが、立ち上がりは少し早めとなることが示されている。最高高さを Closed Change で 0.2 m、また Whisk においては3歩目で足を閉じないので、少し低めに 0.18 m として重心の高さ変化に対応した Potential Energy が計算できる。

図 8 にそれぞれの Figure における運動 Energy, Potential Energy および合計の Energy の時間変化を示す。一般的に Start から徐々に加速して運動 Energy が大きくなり、後半は減速し、終点に近づくにつれ Rise により、Potential Energy が増大している。すこし詳細にみると、Closed Change および Whisk A においては径路変更のため途中減速のため、運動 Energy の Peak は分かれ、その値も大きくない。後半に必要な Potential Energy に変換するには不足している。Whisk B においては途中減速がなく運動 Energy の Peak はほぼ必要な Potential Energy に匹敵している。Whisk C ではこれらの中間的な挙動である。このように Energy の面からも Whisk B が最も踊りやすい Type の Figure と言える。

Footwork

Footwork は ISTD の記述上 Closed Change も Whisk も同じであり、Rise and Fall に対応している。女子1歩目後退歩は No foot rise (NFR) と示されている。No foot rise とは ISTD の説明では、

"No foot rise occurs when stepping back on the inside of most turns when the heel of the supporting foot will remain in contact with the floor until full weight is taken on to the next step. The rise is felt in the body and legs only."

とされている。ただし、この1歩目の右足が最終的に Toe と Heel のどちらが先に Floor から離れるかは ISTD Syllabus には示されていない。この点を実際に踊る際には気になるところであり、議論の価値がある。筆者の意見では、次の歩(2歩目)が Side であれば Heel が先に離れ、Backward であれば Toe が先にあがる。すなわち、Closed Change においては Side であるが、Heel が先に上がり、Toe が Floor に残る。Whisk B においては、Backward であるから Toe が先にあがる。Whisk A および Whisk C においては、Diagonally Back であるので、どちらもあり得ると考える。いずれにせよ、体重のほとんどが移動したあとの動作なので、力学的には重要でなく、見た目の

美観の主観的判断であると考える。

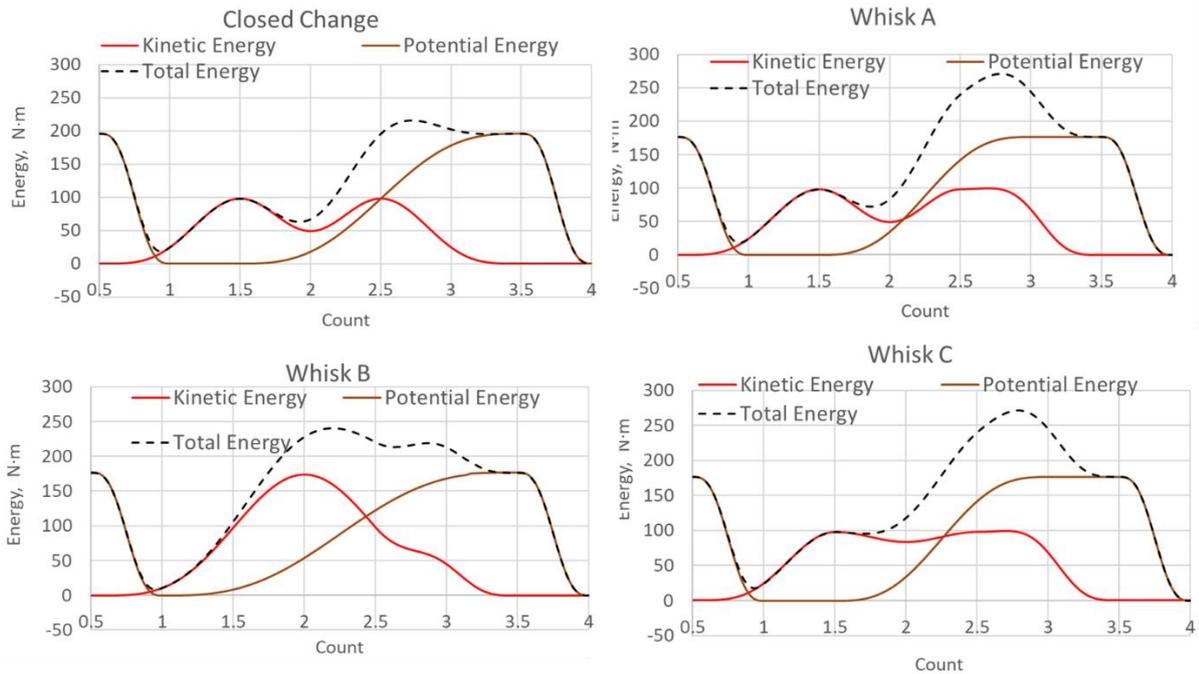


Fig. 8 Kinetic, Potential and Total energies in Closed Change and each type of Whisk

2.7. Sway

Inclination Sway は体側方向の加速度に対応する。(塩谷, 2017, Shioya, 2018b) Closed Change の場合は, 後半 L_2 (DW against LOD) 方向であり Swing の最大加速度 (減速度) は, 式 (7) より得られ, これを重力加速度 g で割った値が Inclination Sway の角度 ϕ_{inc} となる. $L_2 = 1 \text{ m}$, $t_{2e} - t_{2s} = 60/28 \times (2/3) \text{ s}$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を入れると $\phi_{\text{inc}} = 0.314 \text{ rad}$. となる. Whisk の場合は終了時点の Promenade Position で男女の体側方向が異なるので Sway 角度の定義が明確ではないが, 途中の状態は Closed Position に近いので, Closed Change の場合と大きな差はないと考える.

2.8. Lead and Follow

Ballroom Dance における Sequence の組み立ては主に力学的伝達を介した Lead and Follow によって行われる。(塩谷, 2023). Closed Change と Whisk は Start 時点では同じなので, その後の男子の Lead の相違を女子が察して Follow する必要がある. まず, Rise の Pattern が図 6 に見るように Closed Change と Whisk とでは若干異なる. しかし, この違いは大きくないので, これだけで Lead and Follow が成り立つとは考えにくい. 最も大きな違いは男女の回転の違いにある. 図 5 でわかるように男子の Lead は女子を男子の Body 面上を右に転がらせるような回転力 (Torque) と考えられる. この右回転力の Lead は 1 歩目の途中から始まるが, その前段階では, 男子の左回転の CBM on 1 (slight) がある. Closed Change においては女子も同様の左回転 CBM があるが, Whisk においては, 女子は以降の右回転につなげるため, CBM はなしとする. 通常, 男女の Hold が Rigid であれば, 男子の CBM はそのまま女子に伝わる. Whisk に誘導するため, 男子は Hold は 1 歩目の始めでは Rigid ではなく, 左回転の Torque が伝達しないようにする必要がある. この男女の CBM の有無は男子左側, 女子右側を開かせる動作のきっかけとなる. このように Whisk への Lead は 1 歩目のかなり早い段階から行われる. ただし, Whisk C においては 1 歩

目に女子左回転動作開始があるので、女子も CBM があるとみなせる（これは ISTD には記されていない。）したがって女子が Closed Change との差異を感じるのは遅れることになる。

3. 結 語

Ballroom Dance における基本 Figure である Closed Change と Whisk の力学的動作を解析した。Whisk において Closed Position から Promenade Position への移行過程の解析に

Couple 一体としての径路+男女一体としての回転+男女それぞれ自身の回転

と合成として Dancer の動きを表す方法を用いた。Whisk において女子右回転の Whisk A, 男子左回転の Whisk B, および、男女一体左回転後、女子右回転の Whisk C を比較し、かなり異なった動きであることを明らかにし、それらの選択の指針を示した。

文 献

- (1) ISTD (The Imperial Society of Teachers of Dancing), “The ballroom Technique”, 1st edition (1944), 10th edition (1982), pp. 1-134.
- (2) SHIOYA, T., “Analysis of Swing Movement in Ballroom Dancing”, The International Sports Engineering Association Conference, ISEA 2018, Brisbane, Australia, 26 to 29 March 2018, MDPI-Proceedings Volume 2, ISEA 2018a, 2 (6), 224.
- (3) SHIOYA, T., “Analysis of Sway in Ballroom Dancing”, The International Sports Engineering Association Conference, ISEA 2018, Brisbane, Brisbane, Australia, 26 to 29 March 2018, MDPI-Proceedings Volume 2, ISEA 2018b, 2 (6), 223.
- (4) SHIOYA, T., “Analysis of Right and Left Turns in Ballroom Dancing” ISEA 2022, The Engineering of Sport 14, Purdue University, USA, 6 to 10 June 2022.
- (5) 塩谷義, “ボールルームダンスにおける身体の上下運動の解析”, 日本機械学会講演論文集 SHD No.16-40 (2016), C9.
- (6) 塩谷義, “ボールルームダンスおよびその他のスポーツにおける身体のスウェイの解析”, 日本機械学会講演論文集 SHD No.17-43 (2017), D1.
- (7) 塩谷義, “ボールルームダンスにおける左回転と右回転の比較の解析”, 日本機械学会講演論文集 SHD No.18-15 (2018), C21.
- (8) 塩谷義, “ボールルームダンスにおけるピボットターンおよび関連動作の解析”, 日本機械学会講演論文集 SHD No.19-306 (2019), C2.
- (9) 塩谷義, “ボールルームダンスにおける靴とフロアの摩擦モデル”, 日本機械学会講演論文集, SHD No.20-15 (2020), C2-1.
- (10) 塩谷義, “ボールルームダンスにおけるヒールターンの解析”, 日本機械学会講演論文集, SHD No.21-15 (2021), C1-1.
- (11) 塩谷義, “ボールルームダンスにおけるサンバ・バウンスの解析”, 日本機械学会講演論文集, SHD No.22-31 (2022), C1-2.
- (12) 塩谷義, “ボールルームダンスにおけるリードとフォロワーの力学基礎モデル”, 日本機械学会講演論文集, SHD No.23-57 (2023), B1-1.