

[原 著]

かけ声がリレー走のバトン・パスに与える影響

升 本 絢 也¹

Effects of speech on baton pass in relays.

Junnya MASUMOTO

Abstract

This study examined the effect of speech on baton passing in the 100m relay. Thirty-six male university students participated in a 100m relay race, teaming up in pairs. The first runner started at the signal, passed the baton to the second runner at 30-60m, and the second runner ran to the goal line. In the speech condition, a speech was given just before the first runner passed the baton, and in the no-speech condition, no speech was given. As a result, no significant difference was observed between the condition with and without speech, and this study showed that speech did not affect the baton passing in the relay.

Key words

ジョイント・アクション, 分離的運動, タイミング, かけ声, リレー
joint action, discrete movement, timing, speech, relay

1. 目的

日常生活やスポーツ等では、ヒトは他者と動作を相互作用させなければならない。例えば、日常生活において、2人で荷物を運ぶ時、両者が荷物に加える力や歩くスピードを調整しなければならない。また、サッカーやバスケットボールなどの集団競技においても、運動を巧みに相互作用させ、パス等の連携プレーを行わなければならない。このような社会的相互作用はジョイント・アクションと呼ばれ、ジョイント・アクションとは「個人間にまたがる相互作用であり、2人以上の人間が環境の変化を引き起こすために、彼らの動作を時空間的に協調させることである」と定義されてい

る (Sebanz et al., 2006)。個人間の相互作用を実現するために、2人の脳は視覚情報や聴覚情報等の物理的な信号を介して情報交換するようなワイアレス・コミュニケーション・システムを形成する (Hasson et al., 2012)。

一方、発声と身体運動の相互作用は観察的研究によって報告されている (Condon, 1976; Kendon, 1970; Wachsmuth et al., 2008) が、実験的な研究は少ない。実験的研究として、Gentilucci et al. (2001) は参加者に物体を把持する時に、音節 (例えば, GU, GA) を発声するように要求した。その結果、大きな物体を把持した時は小さな物体を把持した時よりも音節を発した時のパワースペクトルの最大値が高かった。さらに、Gentilucci (2003) は、

¹ 広島文化学園大学 人間健康学部 スポーツ健康福祉学科
(Department of Sports, Health and Well-being, Faculty of Human Health Science, Hiroshima Bunka Gakuen University)

参加者に他者の把持運動を観察し、他者が把持すると同時に音節 (BA) を発声するように要求した。その結果、他者が大きな物体を把持した時に、参加者の発声のパワースペクトルの振幅が大きくなり、発声が大きくなった。したがって、他者の運動の観察は発声に影響をもたらした。

Shockely et al. (2003) は2人の参加者に立位姿勢をとり、それぞれわずかに異なる絵を観察し、会話によってそれらの絵の違いを特定する課題を要求した。その結果、2人の参加者は会話することにより、意図していないにもかかわらず、互いの身体動揺を同期させた。さらに、Richardson et al. (2005) は2人の参加者が自己ペースで振り子を振りながら、絵の違いを会話によって特定する課題を検討した。その結果、互いに観察し、会話をしない時では、両者の振り子運動は意図せずに同期し、視覚情報を介した個人間の相互作用は意図しない運動の同期を引き起こした (同様の知見として、Schmidt et al., 1990)。しかし、視覚情報を利用できる時、会話を行った時はそうでない時よりも意図しない振り子の同期が弱く、視覚情報と会話の相互作用は個人間の意図しない運動の同期を弱くさせた。

さらに、Masumoto & Inui (2014) はジョイント・アクションにおけるかけ声が個人間の力発揮とそのタイミングの相互作用に与える影響を検討した。実験課題として、2人の参加者は右人差指で等尺性の力発揮をし、1 Hzの周期で力を入れることと抜くことを繰り返し、その合計値を上下に配置された2つの目標値に一致させた。視覚情報としてはモニター上に2人の力の合計値と目標値を提示した。2人の参加者は力を入れる時と抜く時に「BA」というかけ声を行う条件とそうでない条件を実施した。その結果、視覚情報を提示した時、2人の力発揮は負の相関関係になり、両者の一方の力発揮が大きくなると他方が力発揮を弱くなるような、力の誤差補正が観察された (同様の知見として、Masumoto & Inui, 2013; 2015)。しかし、かけ声をかけた時はかけ声のない時よりも負の相関関係が弱く、かけ声は両者の力の誤差補

正を低下させた。視覚情報を取り除くと、かけ声の有無に関わらず、2人の参加者の力発揮に相関関係はなかった。一方、2人の力発揮の同期を検討すると、視覚情報の利用できる時、かけ声の有無に関わらず、2人は力発揮を強く同期させた。それに対して、視覚情報が利用できないと、かけ声をかけない時は2人の参加者が力発揮を同期できなかったが、かけ声をかけた時は2人の参加者が力発揮を同期することができた。しかも、かけ声をかけた条件において、視覚情報を利用できない時は視覚情報を利用できる時よりも両者の力発揮のタイミングが同期した。

しかし、Masumoto & Inui (2014) は周期的な力発揮でかけ声の効果を検討したので、分離的運動でかけ声の効果を検討していない。分離的運動はリーチングのような一回の動作で完了する動き、1回毎に区切りがある。一方、周期的運動は周期的に運動を繰り返す運動である。また、Masumoto & Inui (2014) の研究は実験室実験で行われており、人差指の等尺性力発揮という微細運動を対象としていたので、実際のスポーツ場面のような粗大運動におけるかけ声の影響は検討していない。

実際の運動場面として、リレー走のバトン・パスでは個人間でバトンを渡すあるいは受け取るタイミングやバトンと手の位置の調整等、個人間にまたがる時空間的な相互作用が必要とされる。また、陸上競技のリレー走のバトン・パスの際には、選手はたいていかけ声をかけるため、視覚だけでなく、聴覚を介した運動の相互作用を非常に重要となると考えられる。したがって、本研究は、リレー走のバトン・パスを課題とし、粗大運動におけるかけ声が個人間の相互作用に与える影響を検討する。

2. 方法

1) 実験参加者

参加者は広島文化学園大学人間健康学部スポーツ健康福祉学科に所属する健常な大学生36名 (平

均：19.6歳，標準偏差：0.6歳）であり，2名の参加者が組んでリレー走を行った（計18組）。参加者全員はリレー走について初等・中等教育における体育授業での練習経験はあったが，部活等での本格的な練習経験がなかった。

2) 実験手続き

実験は広島文化学園大学郷原キャンパスの陸上競技場400mタータントラックで実施した。

参加者は実験を行う前に，アップとして，400mのトラック1週程度のジョギング，ストレッチ，ドリル，バトン・パスの練習を行った。

実験では2名の参加者が組んで100mのリレー走を実施した。100mのリレー走のスタートラインは1周400mのタータントラックのコーナー中盤に設定し，ゴールラインは直線に設定した（図1）。また，第1走者が第2走者に渡す区間（テイクオーバーゾーン）は50m地点を基準として，手前（第1走者側）20m，後ろ（第2走者側）10mの計30mに設定した。第1走者はスターターの手を振り下ろす合図とともに，スタンディングでスタートし，テイクオーバーゾーン内でバトンをオーバー・ハンド・パスで渡し，第2走者はバトンを受け取り，ゴールラインを走り抜けた。

実験ではかけ声あり条件とかけ声なし条件の2つの条件を設定し，各条件はそれぞれ1回ずつ実施した。かけ声あり条件において，第1走者にはバトンを第2走者に渡す直前に「ハイ」というかけ声をかけるように教示した。かけ声なし条件に

おいて，第1走者にはリレー走中にいかなる発声もしないよう教示した。両条件において第2走者には発声をしないように教示した。条件を実施する順序として，9組は最初にかけ声あり条件を行い，その後かけ声なし条件をおこなった。残り9組は逆の順序で条件を実施し，実験順序はカウンターバランスをとった。

3) 評価測度とデータ解析

かけ声がバトン・パスに与える影響はリレーのタイムで評価した。タイムはストップウォッチを用いて計測した。スターターの手を振り下ろす合図と同時に測定を開始し，ゴールラインに第2走者の胸部が到達した時に終了する。

かけ声あり条件とかけ声なし条件のデータはそれぞれ全参加者にわたって平均値と標準偏差を求めた。統計処理として，かけ声のある条件とかけ声のない条件で対応のあるt検定（両側検定）を行った。統計的有意水準は5%に設定された。

3. 結果

図2には100mのリレー走におけるかけ声あり条件とかけ声なし条件のタイムを示した。平均値を見ると，かけ声ありはかけ声なしよりリレー走のタイムが早くなった。しかし，対応ありのt検定を行った結果，かけ声あり条件とかけ声なし条件の間に有意差は認められなかった（ $t(18)=$

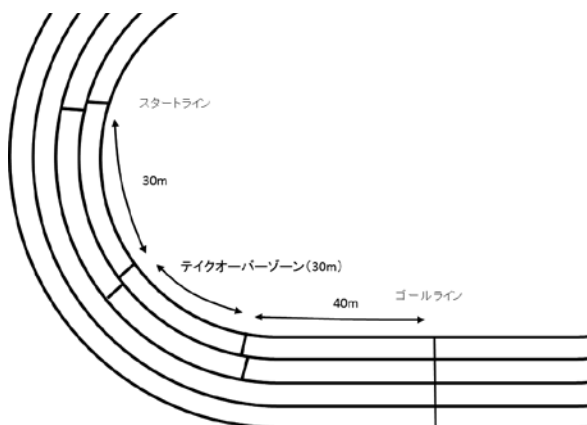


図1，実験設定

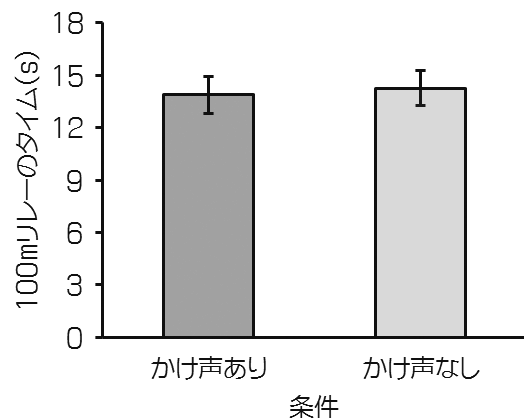


図2，100mリレーのタイム

-1.83, $p=0.08$)。

したがって、本研究で実施した100mのリレー走では、かけ声はバトン・パスに大きな影響を与えなかった。

4. 考察

本研究では、かけ声がジョイント・アクションに与える影響を検討するため、かけ声のある条件とない条件でリレー走を行った。その結果、かけ声のある条件とかけ声のない条件の間に有意な差異は認められなかった。リレー走のバトン・パスではかけ声のような聴覚情報を介した個人間運動の相互作用よりも視覚情報を介した相互作用の方が重要な役割を持つ可能性がある。おそらく、2人の走者は互いの走速度や手の位置等を把握し、数秒後の結果予測してバトンを渡すあるいは受け取ることが重要かもしれない。しかし、本研究の結果は有意ではないとはいえ、有意に近い値（有意確率8%）となっている。平均値を見ると、かけ声ありの条件はかけ声なしの条件よりも早いリレー走のタイムである。改めてかけ声の効果を検討することで、その効果が顕在化する可能性もある。したがって、本研究の追試は必要となるだろう。

Masumoto & Inui (2014) は2人の参加者が力発揮し、その総和を周期的に目標値に一致させる課題を行った。視覚情報が利用できない時、2人の参加者はかけ声をかけないと力発揮を同期できなかったが、かけ声をかけると力発揮を同期できた。したがって、視覚情報を利用できない時、かけ声は他者とタイミングを一致させるための重要な手掛かりとなった。したがって、分離的な運動課題では、かけ声が個人間の有意な効果を与えなかった。

Masumoto & Inui (2014) の先行研究との本研究との違いは多くあり、その一つとして、Masumoto & Inui (2014) は課題として周期的運動を用いたが、本研究は分離的運動を用いた。運動は1回ごとに運動を完了する分離的運動と連続して繰り返す周期的運動に大別される。先行研究では、分離

的運動におけるタイミングは周期的運動のそれと異なるメカニズムで制御されていると示唆している。例えば、Spencer et al. (2003) は小脳損傷患者に一回ごとにタップを休止する分離的タッピング課題と連続してタップを繰り返す周期的タッピング課題を課した。その結果、周期的タッピングでは、小脳損傷患者と統制群のタイミングの変動に差異が観察されなかったが、分離的タッピングでは、小脳損傷患者の方が統制群よりもタイミングの変動が大きかった。したがって、分離的運動におけるタイミングは小脳に依存するが、連続的タッピングのそれは小脳に依存しないことが示唆された。分離的運動と周期的運動は同一のメカニズムでないと考えると、かけ声によって生じる影響が2つの運動で異なるかもしれない。改めて、同一実験内で分離的運動と周期的運動におけるかけ声の効果を比較する必要がある。

一方、本研究では、オーバー・ハンド・パスのみのリレー走を検討しているが、バトン・パスの方法は大きく2つに大別される。オーバー・ハンド・パスは次走者が後ろに手のひらに向けて腕を伸ばし、前走者が前に押し出すようにしてバトンを渡す技術であり、アンダー・ハンド・パスは次走者が腰のあたりで手のひらを下に向けて構え、前走者が下からバトンを渡す技術である。リレー走に関する先行研究では、比留間ら (2013) はオーバー・ハンド・パスおよびアンダー・ハンド・パスによるリレー走で高等学校の世代を対象にして、リレーのオーバー・ハンド・パスおよびアンダー・ハンド・パスの授業を行い、学習効果の違いを検討している。その結果、スピードの高い者同士ではアンダー・ハンド・パスが適切であり、それ以外の走者ではオーバー・ハンド・パスが適切である傾向がみられている。バトン・パスの方法や走者のスピードによってかけ声の効果も異なるかもしれないため、それらの要因を改めて検討する必要がある。

5. 結論

ジョイント・アクションの実験的研究は近年になり多く行われるようになってきたが、かけ声がジョイント・アクションに与える影響を実験的に検討した研究は少ない。したがって、今後も様々な要因を考慮しながらかけ声がジョイント・アクションに与える影響を検討していく必要がある。ここまで比較してきた研究では、周期的運動と分離的運動、微細運動と粗大運動といった条件の違いが多くある。そのため、今後の研究では改めて複数の条件を考慮した実験を行い、かけ声がジョイント・アクションのパフォーマンスを向上させるかどうか検討する必要があるだろう。

引用文献

- 1) Condon, W. (1976) An analysis of behavioral organization. *Sign Language Studies*, 13:285-318.
- 2) Gentilucci, M. (2003). Grasp observation influences speech production. *The European Journal of Neuroscience*, 17:179-184.
- 3) Gentilucci, M., Benuzzi, F., Gangitano, M., Grimaldi, S. (2001). Grasp with hand and mouth: a kinematic study on healthy subjects. *Journal of Neurophysiology*, 86:1685-1699.
- 4) Hasson, U., Ghazanfar, A. A., Galantucci, B., Garrod, S., & Keysers, C. (2012). Brain-to-brain coupling: a mechanism for creating and sharing a social world. *Trends in Cognitive Sciences*, 16: 114-121.
- 5) 比留間浩介, 森健一, 尾縣貢 (2013). 体育授業におけるリレーのバトンパス方法の違いが学習成果に及ぼす影響. *体育学研究*, 58 : 699-706.
- 6) Kendon, A. (1970). Movement coordination in social interaction. *Acta Psychologica*, 32:1-25.
- 7) Masumoto, J. and Inui, N. (2013). Two heads are better than one: both complementary and synchronous strategies facilitate joint action. *Journal of Neurophysiology*, 109:1307-1314.
- 8) Masumoto, J. and Inui, N. (2014). Effects of speech on both complementary and synchronous strategies in joint action. *Experimental Brain Research*, 232:2421-2429.
- 9) Masumoto, J. and Inui, N. (2017). Bidirectional transfer between joint and individual actions in a task of discrete force production. *Experimental Brain Research*, 235:2259-2265.
- 10) Richardson, M. J., Marsh, K. L., and Schmidt, R. C. (2005). Effects of visual and verbal interaction on unintentional interpersonal coordination. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 31: 62-79.
- 11) Sebanz, N., Bekkering, H., & Knoblich, G. (2006) Joint action: bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Science*, 10: 70-76.
- 12) Schmidt, R. C., Bienvu, M., Fitzpatrick, P. A., and Amazeen, P. G. (1998). A comparison of within- and between-person coordination: Coordination breakdowns and coupling strength. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24: 884-900.
- 13) Schmidt, R. C., Carello, C., and Turvey, M. T. (1990). Phase transitions and critical fluctuations in the visual coordination of rhythmic movements between people. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16: 227-247.
- 14) Shockley, K., Santana, M. V., and Fowler, C. A. (2003). Mutual interpersonal postural constraints are involved in cooperative conversation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29: 326-332.
- 15) Spencer, R. M. C., Zelaznik, H. N., Diedrichsen, J., and Ivry, R. B. (2003). Disrupted timing of discontinuous movements by cerebellar lesions. *Science*, 300: 1437-1439.
- 16) Wachsmuth, I., Lenzen, M., and Knoblich, G. (2008). *Embodied communication*. Oxford University Press, Oxford.