

自己の動作への実像および鏡像画像での視覚フィードバックを用いる影響

健康デザイン学科 4年 B組 氏名: 中井美冬

指導教員: 山中健太郎 教授

【緒言】

ヒトの運動学習は、自身の実際の動作と理想の動作を比較したときのエラーをフィードバックして修正に用いる「フィードバック誤差学習」を基本とし、その動作確認には鏡などの反射像(鏡像)を用いる方法と自分の動作を撮影した実際の画像(実像)を用いる方法の2つがある。本研究では Zoom システムを用いて、実像と鏡像の画像を即時的な視覚フィードバックとして呈示してそのパフォーマンスを比較するとともに、動作の準備と遂行に関する特徴的な脳波(electroencephalography: EEG)である片側性準備電位(Lateralized Readiness Potential: LRP)から鏡像と実像の混乱のメカニズムを検討した。

【方法】

参加者: 同意を得た健常な女子大学生6名
画像フィードバックを用いた反応課題(図1, 2):

正面と背後に2台のPCモニタを設置
Zoomシステムで正面モニタに参加者と背後のPCモニタを映す
⇒ 背後のモニタの中央に参加者の顔、その左右に刺激を呈示

- ① 左右に○(2秒間)
- ② 左右どちらかが● + 上にReady(準備刺激)(1秒間)
- ③ 左右どちらかが○ + 上にGo(反応刺激)(最大2秒間)
- ④ 左右どちらかのShiftキーを押すと● + 上に

Go刺激からの反応時間(Reaction Time: RT)が呈示

・課題は2画像呈示×2課題の計4条件⇒ 1セッション100試行(約11分)

データの分析:

- ・RTと正解率について反復測定3-way ANOVA ~ 2画像呈示(鏡像/実像)×2課題(SRT/CRT)×2反応手(右/左)
- ・CRT条件について反復測定2-way ANOVA ~ 2画像呈示(鏡像/実像)×2刺激一致(一致/不一致)
- ・LRPの負のピークから正への電位変化の様子と、RTを比較して検討

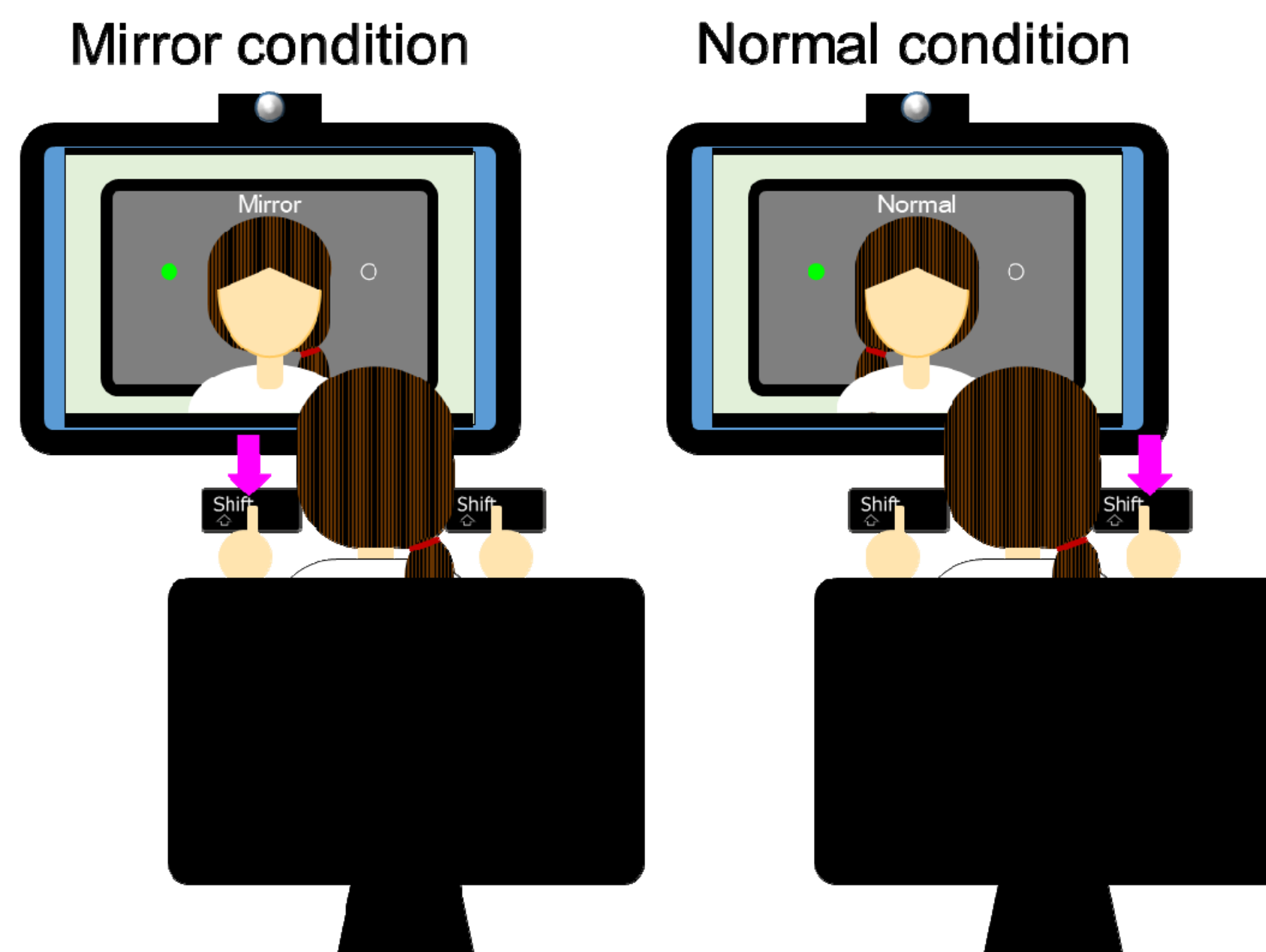


図1 2種類の画像呈示 左: 鏡像条件 右: 実像条件

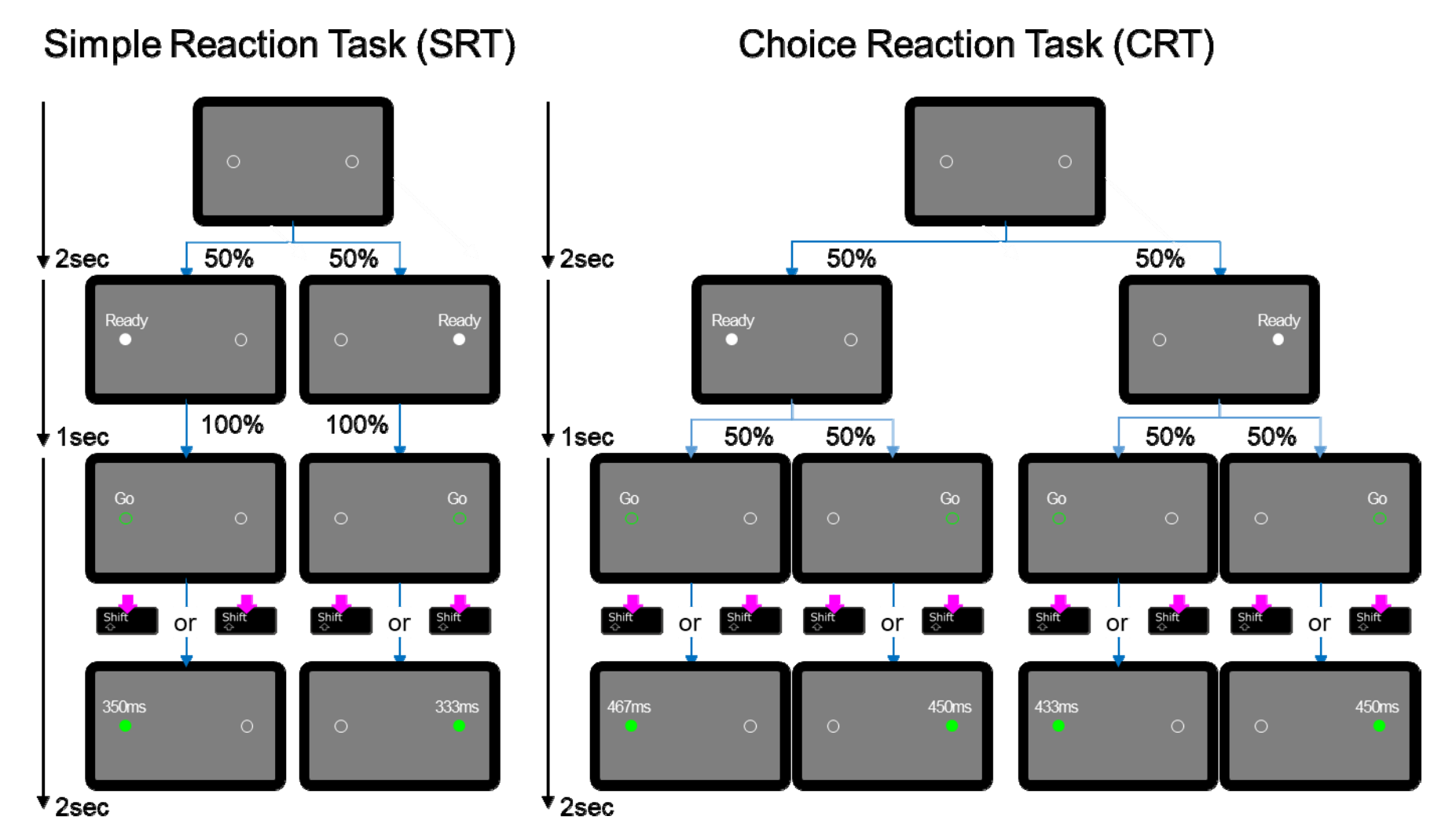


図2 2種類の課題 左: 単純反応課題(SRT) 右: 選択反応課題(CRT)

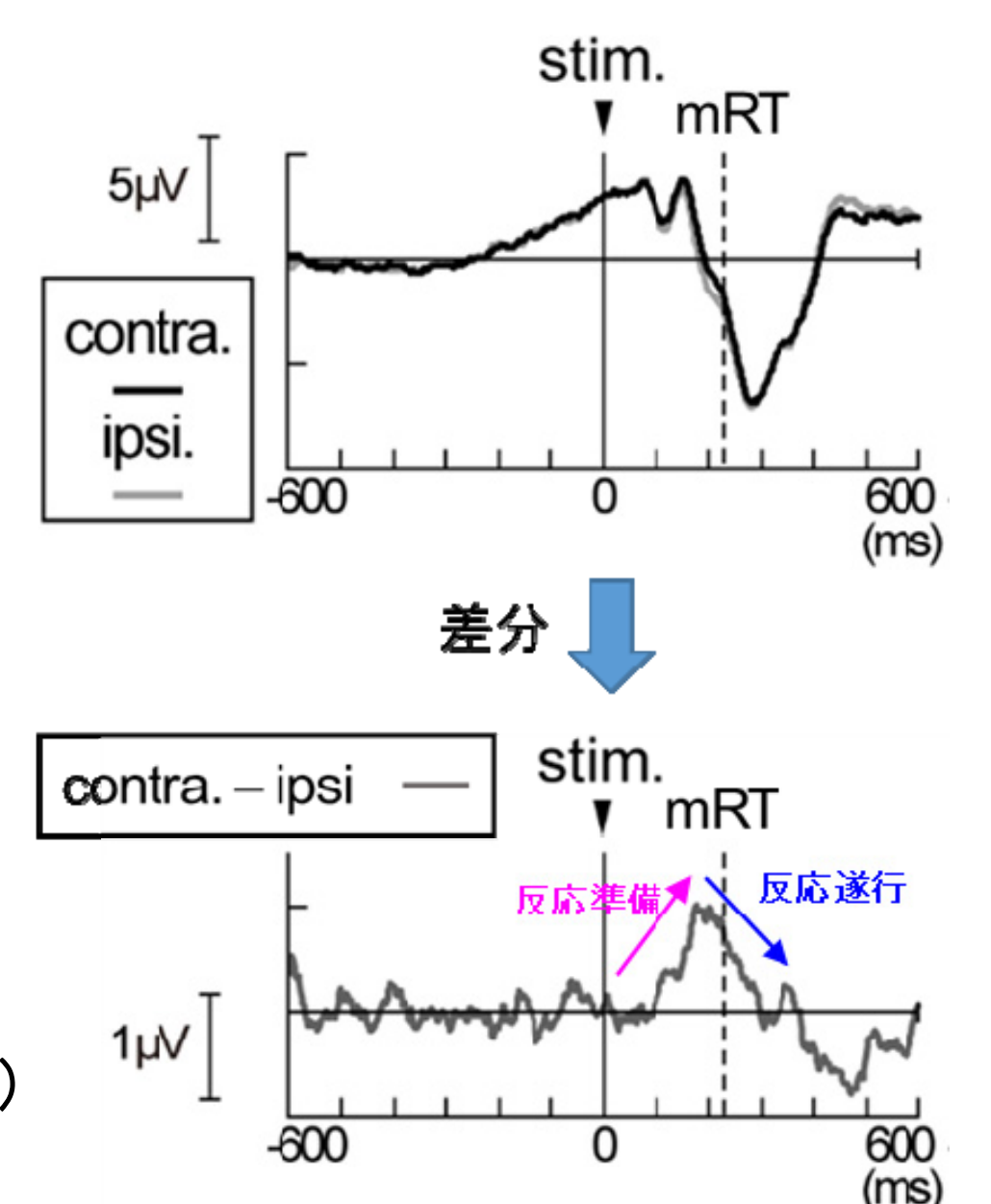


図3 片側性準備電位(LRP)の算出方法

【結果・考察】

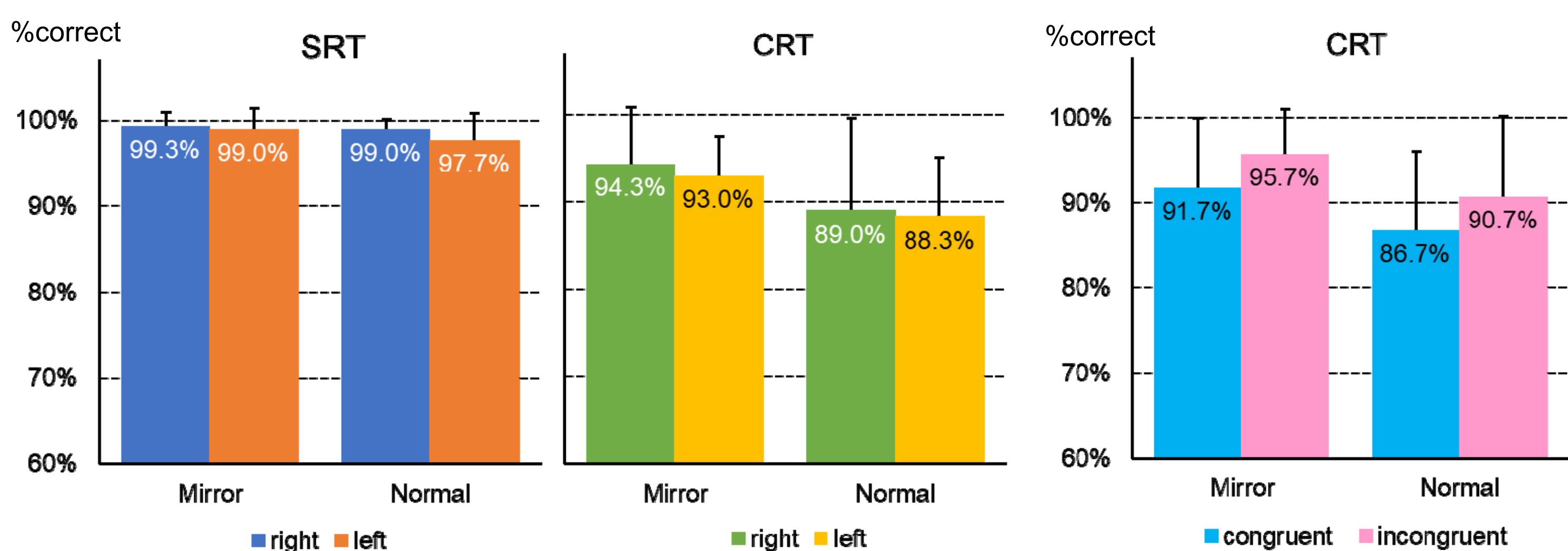


図4 画像フィードバックを用いた反応課題の正解率(1)
左: SRT 右: CRT Mirror: 鏡像呈示 Normal: 実像呈示
Right: 右手で反応 Left: 左手で反応

図5 画像フィードバックを用いた反応課題の正解率(2)
Mirror: 鏡像呈示 Normal: 実像呈示
congruent: ReadyとGoが一致(右-右 or 左-左)
incongruent: ReadyとGoが不一致(右-左 or 左-右)

表1 正解率の分散分析表

Factor	df	F	P
Task	1	10.538	0.023
Image	1	5.839	0.060
Hand	1	0.771	0.420
T*H	1	3.646	0.114
I*H	1	0.006	0.941
T*I*H	1	0.014	0.910
T*I*H	1	0.312	0.601

Factor	df	F	P
Image	1	6.048	0.057
Congruence	1	1.297	0.306
I*C	1	0.000	1.000

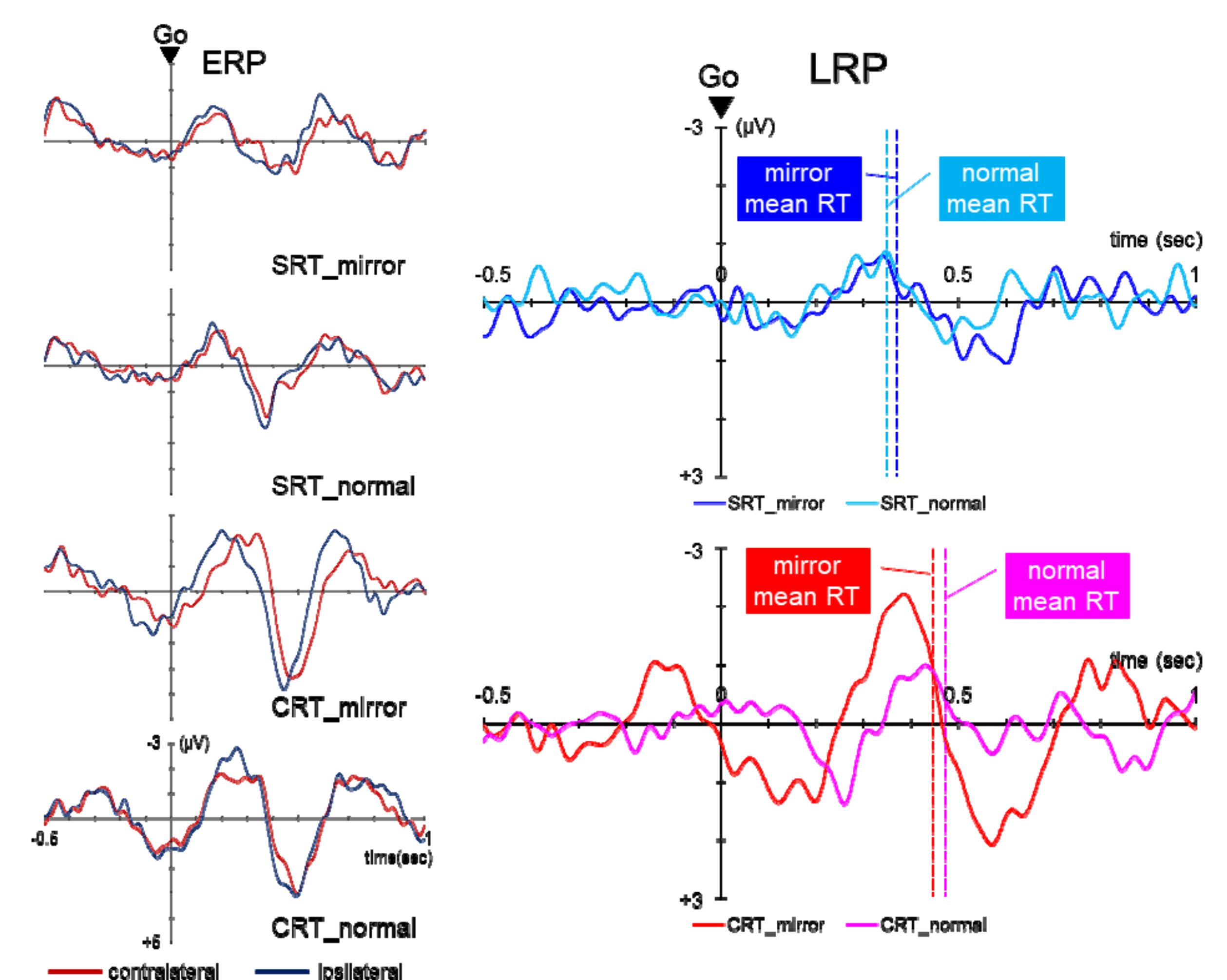


図8 画像フィードバックを用いた反応課題中に運動皮質上で記録されたERPとLRP
左: 4条件での総平均ERP波形 右手反応試行では contralateral=C3 / ipsilateral=C4
左手反応試行では contralateral=C4 / ipsilateral=C3 として両者の平均を算出
右: 4条件での総平均LRP波形(contralateral ERP - ipsilateral ERP)

SRT課題よりもCRT課題において有意に正解率が低くなった。

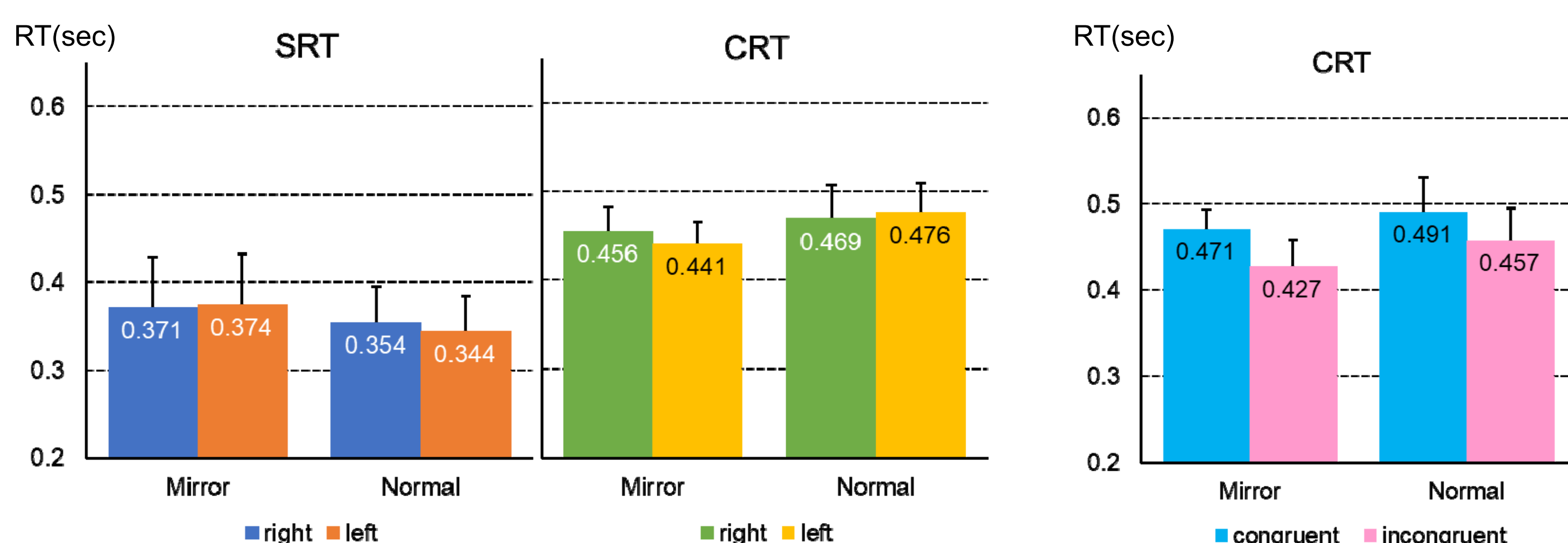


図6 画像フィードバックを用いた反応課題のRT(1)
左: SRT 右: CRT Mirror: 鏡像呈示 Normal: 実像呈示
Right: 右手で反応 Left: 左手で反応

図7 画像フィードバックを用いた反応課題のRT(2)
Mirror: 鏡像呈示 Normal: 実像呈示
congruent: ReadyとGoが一致(右-右 or 左-左)
incongruent: ReadyとGoが不一致(右-左 or 左-右)

表2 RTの分散分析表

Factor	df	F	P
Task	1	30.183	0.003
Image	1	0.038	0.852
Hand	1	1.573	0.265
T*H	1	6.607	0.050
I*H	1	0.029	0.872
T*I*H	1	0.372	0.568
T*I*H	1	5.763	0.062

Factor	df	F	P
Image	1	6.213	0.055
Congruence	1	9.038	0.030
I*C	1	0.952	0.374

CRT課題においてSRT課題よりも有意に反応時間が長くなった。
準備刺激(Ready)と反応刺激(Go)の左右が不一致のときのほうが
一致していたときより反応が有意に早くなった。

どちらの課題条件でも、鏡像課題と実像課題で同じように、LRPはGo刺激が呈示されると負に偏り、反応が開始されると正に偏って同じ電位に戻った。
LRPの負のピークから正への電位変化のタイミングは、4条件(SRT条件の実像・鏡像、CRT条件の実像・鏡像)それぞれの平均RTとよく一致していた。

今回の研究の参加者6名の中には、鏡を用いて身体運動を行う経験が豊富なダンス経験者が3名、その他の運動経験者が3名含まれていた。しかし、4つのセッションでの正解率、平均RTおよび片側性準備電位に、ダンス経験の有無による明瞭な差は見られなかった。動作を難しくしたり画像内で動作が見えるような課題にしたりすることで、ダンス経験による鏡像や実像への慣れの影響がみられるかもしれない。

今後、参加人数を増やし課題や画像呈示の方法を検討することで、鏡像や実像の視覚フィードバックを用いた動作への影響の詳細を明らかにすることが期待できるであろう。