

## 5章 課題条件の違いが随伴陰性変動（CNV）と脳波周波数成分に及ぼす影響-accuracy vs. speed task-（研究課題 2）

### 1. 目的

研究課題 1 では、随意運動開始前の準備期（foreperiod）において中枢の活動状態が活性化されており、運動開始に対する set が行われていることが中・長潜時 SEPs の結果から確認できた。しかし、分析区間が準備期の前期、中期、後期と限定されているため、準備期における中枢の活動状態について幅広く全体的に捉える必要がある。そこで研究課題 2 においても準備期に着目し、外的刺激に促されて生じる随意運動の準備状態を反映すると考えられている CNV と脳波周波数解析を指標に用いて随意運動に伴う中枢内情報処理過程について検討した。

### 2. 方法

#### (1)被検者

被検者は健康な学生 11 名（全員右利き）であり、実験主旨を説明した上で参加の同意を得た。被検者は左手第Ⅱ指と第Ⅴ指にリング電極を装着し、右肘関節と手首を固定した状態で 25℃に空調されたシールドルーム内の安楽椅子に腰掛け安静を保持した（図 7）。

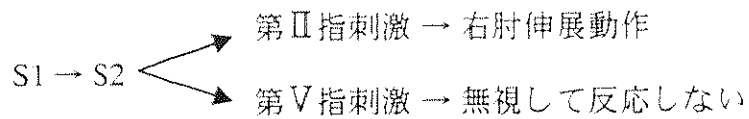
#### (2)課題

被検者は、S2 選択による S1-S2 パラダイム（S2 choice S1-S2 paradigm）を遂行した。S1 はヘッドフォンによるクリック音、S2 はリング電極による体性感覚電気刺激を用い、被検者の左手第Ⅱ指と第Ⅴ指に 2：8 の割合でランダムに電気刺激を与えた。S1-S2 の刺激間隔（ISI）は 2s、試行間隔（ITI）は 5～10s のランダムとした。刺激持続時間は 0.2ms、強度は痛みを伴わない感覚閾値の 3 倍程度とした。被検者は、第Ⅱ指刺激に対して右肘関節を伸展させ、前腕でストレインゲージのついた金属板を押す右肘伸展動作を行い、第Ⅴ指刺激は無視して反応を行わない課題を行った。課題条件は 3 種類設定し、

### S2 choice S1-S2 paradigm

予告刺激 (S1) : ヘッドフォンからのクリック音

反応刺激 (S2) : 第Ⅱ指刺激と第Ⅴ指刺激の2種類



### 課題条件

1. control: S1とS2に注意を向けず反応しない
2. accuracy task: 30%MVCラインに正確に合わせるマッチングタスクを行う
3. speed task: できるだけ早く右肘伸展動作を行う

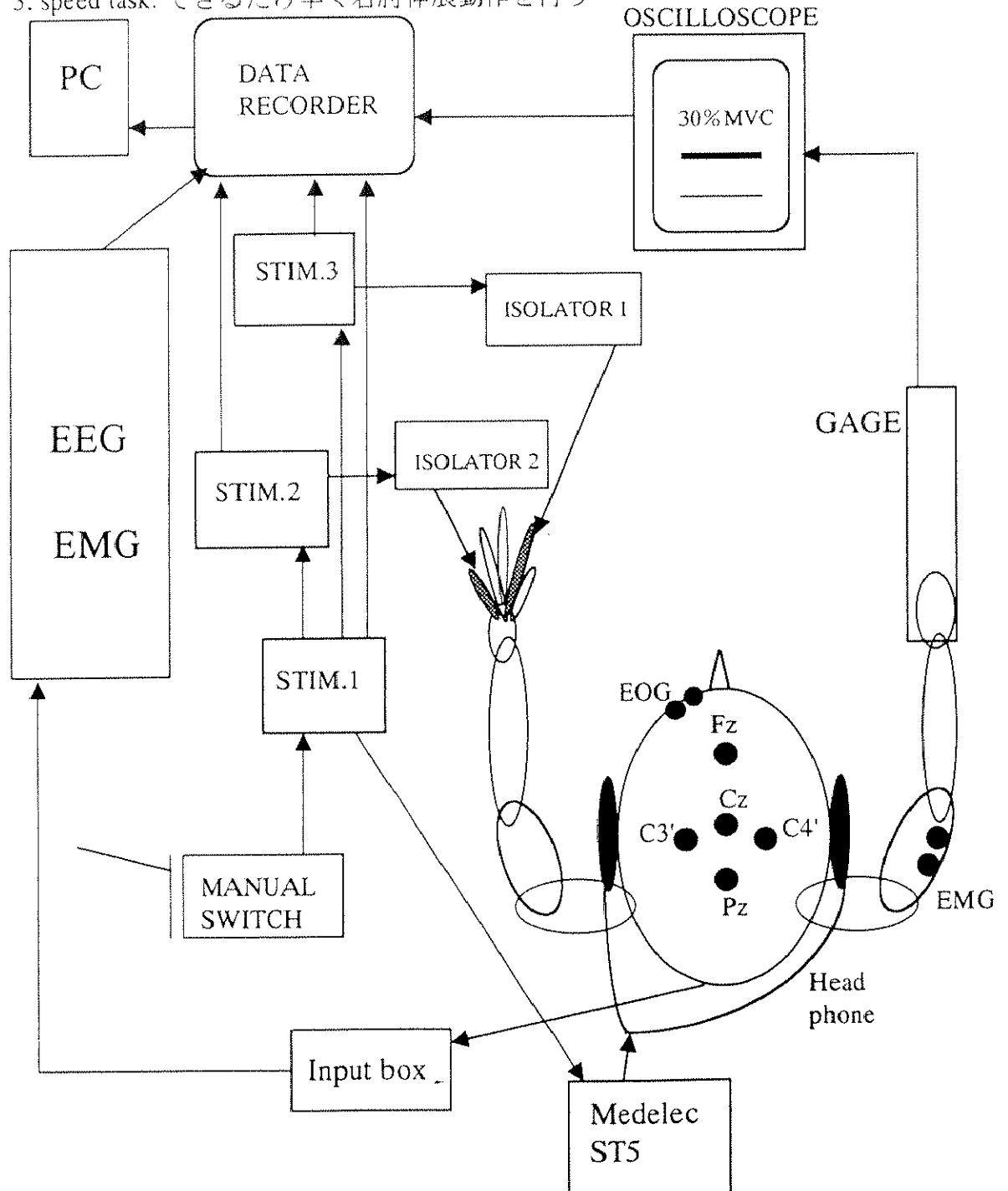


図7 実験のブロックダイアグラム

被検者は 1) S1 と S2 の両方の刺激に対して注意を向けず反応しない安静条件 (control) と 2) 第Ⅱ指刺激に対して右肘伸展動作を行い、眼前 1.5m に設置した oscilloscope 画面上に呈示された 30%MVC ラインに正確に合わせてマッチングタスクを行う正確性重視課題 (accuracy task), 3) 第Ⅱ指刺激に対してできるだけ速く右肘伸展動作を行うスピード性重視課題 (speed task) を行った。

### (3)脳波と CNV 記録

脳波の記録は、国際 10・20 法に基づき Fz, Cz, Pz, C3' (C3 の 2cm 後方), C4' (C4 の 2cm 後方) より両耳朶連結を基準電極として単極導出した (図 7)。CNV は Fz, Cz, Pz より導出し、同時に眼電図 (EOG) を記録した。増幅器の周波数応答は 0.05~100Hz に設定し、脳波の sampling rate を 200Hz で A/D 変換し、脳波と EOG の振幅が  $50\mu\text{V}$  を超えるものを off-line 分析で除外し、第Ⅱ指刺激に対する波形を 20 回加算平均した。CNV 振幅は S1 呈示前 1s の平均電位を基線として計測し、CNV 前期成分 (E-CNV) は S1 呈示後 400~700ms、CNV 後期成分 (L-CNV) は S2 呈示前 1s から S2 直前までの平均電位を分析の対象とした (図 8)。

周波数解析は、S1 呈示前の安定した 2 秒間の脳波 (pre-S1) と CNV 試行中の 2 秒間の脳波 (CNV period) を分析区間とし、 $\delta$  (2-4Hz),  $\theta$  (4-8Hz),  $\alpha_1$  (8-10Hz),  $\alpha_2$  (10-13Hz),  $\beta_1$  (13-20Hz),  $\beta_2$  (20-30Hz) の 6 帯域の含有率 (%) について行った (図 8)。

## 3. 統計処理

### (1)CNV

CNV 前期成分と CNV 後期成分の振幅について、課題条件の違いによる変動と各成分の頭皮上分布を検討するため、各成分ごとに課題条件 (C: control, accuracy task, speed task)  $\times$  導出部位 (L: Fz, Cz, Pz) の 2 要因による繰り返し測度の分散分析を行った。各要因で主効果が得られたときは対比による分析を行い、交互作用が認められたときは下位検定を行った。また、分散分析を実

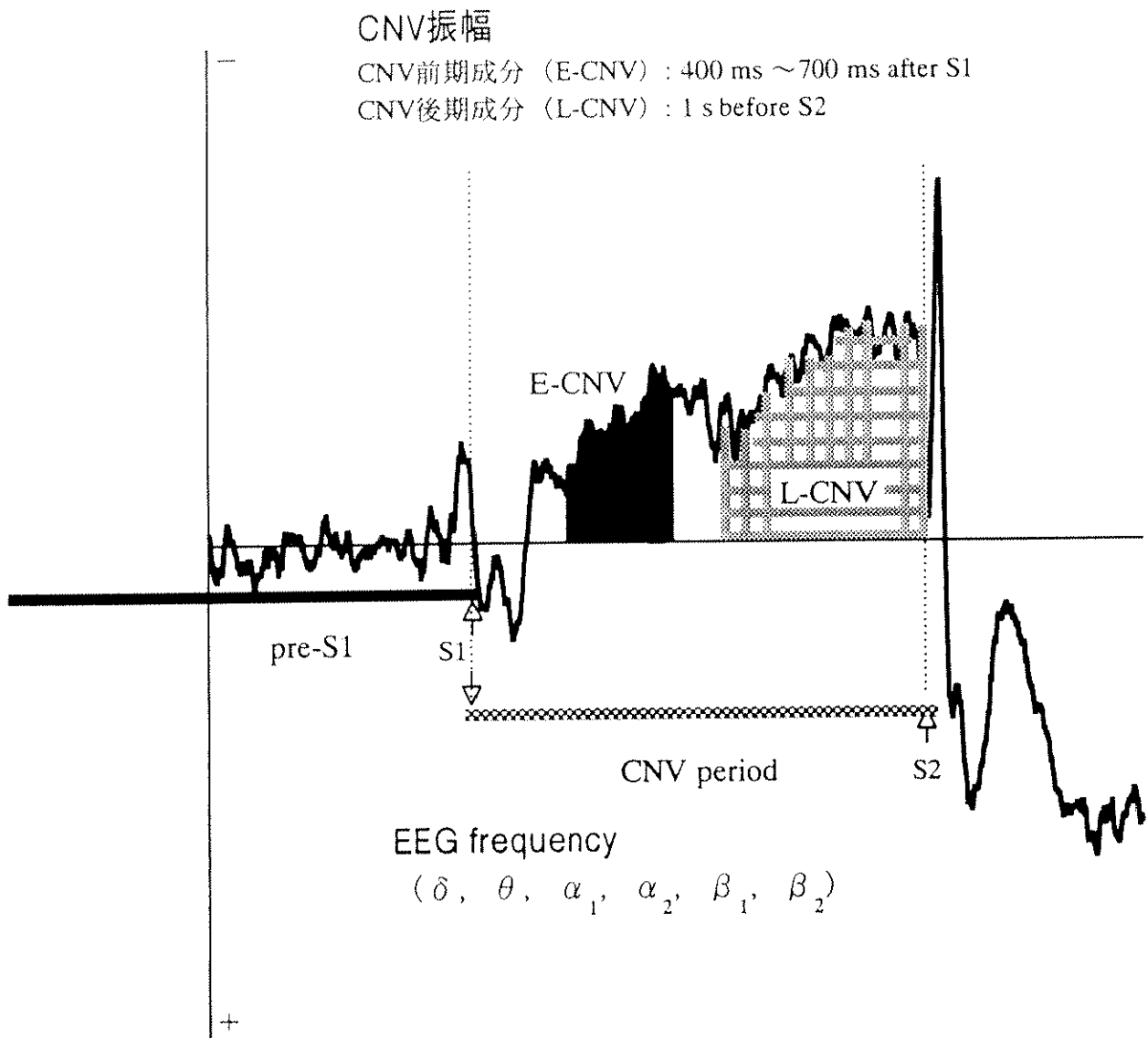


図8 CNV振幅とCNV試行中の背景脳波周波数解析の分析区間

施する際には Greenhouse & Geisser 法 (G-G) による自由度の修正を行い、有意水準は 5% 以下とした。

## (2) 周波数解析

脳波周波数 6 帯域における課題条件の違いによる変動と頭皮上分布、予告刺激前の安定した脳波 (pre-S1) と CNV 試行中の脳波 (CNV period) の経時的变化を検討するため、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の 3 要因による繰り返し測度の分散分析を行い、主効果が得られたときは対比による分析を行い、交互作用が認められたときは下位検定を行った。また、分散分析を実施する際には Greenhouse & Geisser 法 (G-G) による自由度の修正を行い、有意水準は 5% 以下とした。

## 4. 結果

図 9 に 11 名分の総加算平均した CNV 波形を示す。まず、課題条件の違いによる変動と頭皮上分布について、前期成分と後期成分の各成分ごとに検討した。

### CNV 前期成分 (E-CNV)

前期成分に関して、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz) の 2 要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=6.767$ ,  $p<0.01$ , 表 3) と導出部位 ( $F=23.113$ ,  $p<0.001$ , 表 3) の両要因において主効果が得られたので、それぞれの要因において対比による検定を行った。課題条件の要因では、accuracy task と speed task の両動作課題における前期成分の振幅が control よりも有意に大きい値を示した ( $p<0.01$ , 表 4)。しかし、accuracy task と speed task の比較では差は得られなかった。導出部位の要因においては中心領野の Cz で最大振幅を示し、前頭部の Fz と中心領野の Cz における前期成分の振幅が頭頂部の Pz のそれよりも有意に大きい値を示した (表 5)。

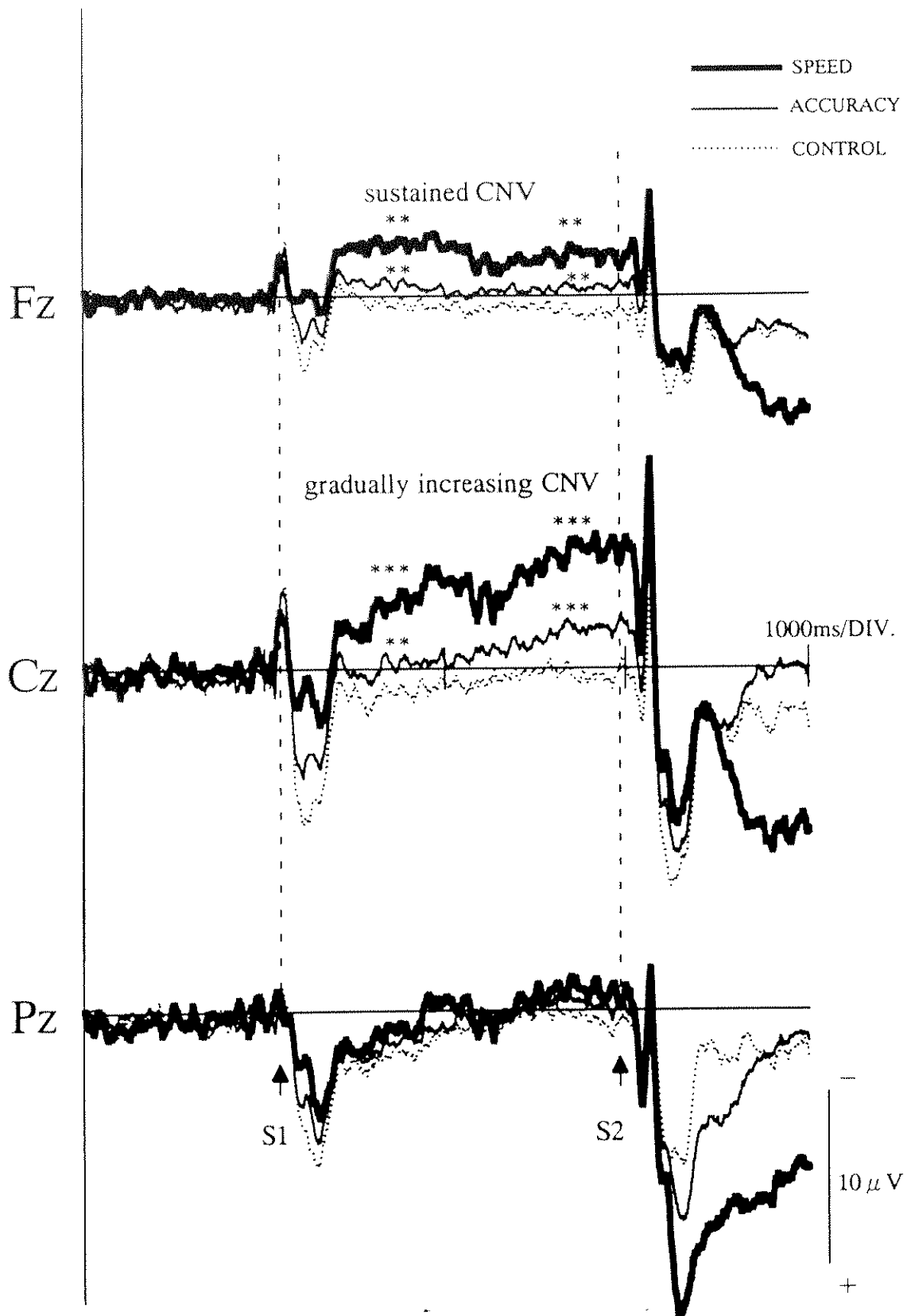


図9 CNVの総加算平均波形

SPEED (太い実線) はspeed task, ACCURACY (細い実線) はaccuracy task, CONTROL (点線) はcontrolを示す.  
 speed taskとaccuracy taskにおけるCNV振幅がcontrolよりも有意に大きい値を示した. \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

### CNV 後期成分 (L-CNV)

後期成分に関して、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz) の 2 要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=11.073, p<0.01$ , 表 3) と導出部位 ( $F=20.657, p<0.001$ , 表 3) の両要因で主効果が得られたので、それぞれの要因において対比による検定を行った。課題条件の要因では、accuracy task と speed task の両動作課題における後期成分の振幅が control よりも有意に大きい値を示した (表 4)。しかし、accuracy task と speed task の比較では差は得られなかった。導出部位の要因においては、後期成分は中心領野の Cz で最大振幅を示し、他の導出部位よりも有意に大きい値を示した ( $p<0.001$ , 表 5)。また、両要因間で交互作用が認められたので ( $F=8.106, p<0.001$ , 表 3), 下位検定を行ったところ、accuracy task と speed task の両動作課題において Cz における後期成分の振幅が他の導出部位よりも有意に大きい値を示した (表 5)。

表3 CNV振幅の繰り返し測度の分散分析表

COMPONENT	df	F	P	G-G
E-CNV				
C	2	6.767	0.0051	0.0055 **
L	2	23.113	0.0001	0.0001 ***
C×L	4	1.643	0.1806	0.2056
L-CNV				
C	2	11.073	0.0005	0.0013 **
L	2	20.657	0.0001	0.0001 ***
C×L	4	8.106	0.0001	0.0005 ***

E-CNVは前期成分, L-CNVは後期成分を示す. Cは課題条件 (control, accuracytask, speed task), Lは導出部位 (Fz, Cz, Pz) を示す. dfは自由度, G-GはGreenhouse & Geisser epsilonを示す. \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$



表4 CNV振幅の課題条件間の比較

COMPONENT	CONDITION			F
	control	accuracy	speed	
E-CNV	1.48±2.6	3.83±3.2	3.90±2.8	6.767**
L-CNV	2.78±2.0	5.54±3.2	6.51±4.3	11.073***

E-CNV（前期成分）とL-CNV（後期成分）の各課題条件における平均振幅（ $\mu V$ ）と標準偏差を示す。前期成分と後期成分ともに課題条件間で主効果が得られた。FはF値を示す。\*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

表5 CNV振幅の導出部位間の比較

COMPONENT	LOCATION			F
	Fz	Cz	Pz	
E-CNV	3.50±2.4	4.63±3.3	1.08±2.3	23.113***
L-CNV	3.55±2.4	7.13±4.5	4.15±2.6	20.657***

E-CNV（前期成分）とL-CNV（後期成分）の各導出部位における平均振幅（ $\mu V$ ）と標準偏差を示す。前期成分と後期成分ともに導出部位間で主効果が得られた。FはF値を示す。\*\*\* $p < 0.001$

## 周波数解析

$\delta$

$\delta$ について、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の3要因による繰り返し測度の分散分析を行った。時間 ( $F=13.633$ ,  $p<0.001$ , 表 6) と導出部位 ( $F=39.225$ ,  $p<0.001$ , 表 6) の要因に主効果が得られたので、各要因で対比による検定を行った。時間の要因では、CNV 試行中 (CNV period) の  $\delta$  が pre-S1 よりも有意な増大を示した ( $p<0.001$ )。導出部位の要因においては、前頭部の Fz と中心領野の Cz 優位の傾向が見られた。また、時間×導出部位 ( $F=5.346$ ,  $p<0.001$ , 表 6) の両要因間で交互作用が認められたので下位検定を行った結果、前頭部の Fz において CNV 試行中の  $\delta$  が pre-S1 よりも顕著な増大を示した (図 10)。

$\theta$

$\theta$ について、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の3要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=4.500$ ,  $p<0.05$ , 表 6) と導出部位 ( $F=53.343$ ,  $p<0.001$ , 表 6) の要因において主効果が得られたので、各要因で対比による検定を行った。課題条件の要因において、speed task における  $\theta$  が control と accuracy task のそれよりも有意に大きい値を示した。導出部位の要因において、前頭部の Fz と中心領野の Cz 優位の傾向が見られた。また、時間×導出部位 ( $F=5.339$ ,  $p<0.001$ , 表 6) の要因間で交互作用が認められたので下位検定を行った結果、前頭部の Fz において CNV 試行中の  $\theta$  が pre-S1 よりも有意な増大を示した (図 10)。

$\alpha_1$

$\alpha_1$ について、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の3要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=9.762$ ,  $p<0.001$ , 表 6) と導出部位 ( $F=17.268$ ,  $p<0.001$ , 表 6) の要因において主効果が得られたので、各要

表6 脳波周波数6帯域の繰り返し測度の分散分析表

		df	F	P	G-G
$\delta$	C	2	0.2710	0.7632	0.7432
	T	1	13.6330	0.0005	0.0005 ***
	L	4	39.2250	0.0001	0.0001 ***
	C×T	2	0.6440	0.5270	0.5159
	C×L	8	18.5370	0.0001	0.0001
	T×L	4	5.3460	0.0001	0.0004 ***
	C×T×L	8	2.8900	0.0016	0.0093 **
$\theta$	C	2	4.5000	0.0133	0.0175 *
	T	1	2.8520	0.0970	0.9700
	L	4	53.3430	0.0001	0.0001 ***
	C×T	2	0.8140	0.4459	0.4438
	C×L	8	2.1560	0.0191	0.0561
	T×L	4	5.3390	0.0001	0.0009 ***
	C×T×L	8	0.8730	0.5582	0.5073
$\alpha_1$	C	2	9.7620	0.0001	0.0008 ***
	T	1	1.2190	0.2744	0.2744
	L	4	17.2680	0.0001	0.0001 ***
	C×T	2	1.1720	0.3137	0.3030
	C×L	8	1.2530	0.2544	0.2904
	T×L	4	3.2460	0.0073	0.0326 *
	C×T×L	8	1.0740	0.3802	0.3753
$\alpha_2$	C	2	10.5010	0.0001	0.0002 ***
	T	1	1.4030	0.2414	0.2414
	L	4	11.8290	0.0001	0.0005 ***
	C×T	2	0.2880	0.7503	0.6917
	C×L	8	1.3700	0.1904	0.2530
	T×L	4	1.3870	0.2292	0.2537
	C×T×L	8	0.6150	0.8017	0.6621
$\beta_1$	C	2	27.7240	0.0001	0.0001 ***
	T	1	8.0830	0.0063	0.0063 **
	L	4	14.7270	0.0001	0.0001 ***
	C×T	2	0.3910	0.6774	0.6290
	C×L	8	6.6230	0.0001	0.0010 **
	T×L	4	1.1000	0.3609	0.3251
	C×T×L	8	1.3160	0.2182	0.2713
$\beta_2$	C	2	16.7360	0.0001	0.0001 ***
	T	4	13.3210	0.0006	0.0006 ***
	L	2	15.9520	0.0001	0.0001 ***
	C×T	8	1.5940	0.2078	0.2125
	C×L	4	19.4750	0.0001	0.0001 ***
	T×L	8	0.9380	0.4565	0.4060
	C×T×L	10	1.0100	0.4337	0.3866

Cは課題条件 (control, accuracy task, speed task) , Tは時間 (pre-S1, CNV period) , Lは導出部位 (Fz, Cz, Pz, C3', C4') を示す. dfは自由度, G-GはGreenhouse & Geisser epsilonを示す. \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

因で対比による検定を行った。課題条件の要因では、accuracy task における  $\alpha_1$  が speed task よりも有意な減少を示し、speed task における  $\alpha_1$  が control よりも有意に大きい値を示した。導出部位の要因では、 $\alpha_1$  は頭頂部の Pz 優位の傾向が見られた。また、時間×導出部位 ( $F=3.246, p<0.05$ , 表 6) の要因間で交互作用が認められたので下位検定を行ったところ、pre-S1 における  $\alpha_1$  は頭頂部の Pz 優位を示し、他の導出部位よりも有意に大きい値を示した。

### $\alpha_2$

$\alpha_2$  について、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の 3 要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=10.501, p<0.001$ , 表 5) と導出部位 ( $F=11.829, p<0.001$ , 表 5) の要因において主効果が得られたので、対比による検定を行った。課題条件の要因では、accuracy task における  $\alpha_2$  が speed task のそれよりも有意に小さい値を示し、speed task における  $\alpha_2$  は control よりも有意に大きい値を示した (表 6)。導出部位の要因では、 $\alpha_2$  は頭頂部の Pz 優位の傾向が見られた。

### $\beta_1$

$\beta_1$  について、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の 3 要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=27.724, p<0.001$ , 表 6)、時間 ( $F=8.083, p<0.01$ , 表 6)、導出部位 ( $F=14.727, p<0.001$ , 表 6) の要因において主効果が得られたので各要因で対比による検定を行った。課題条件の要因では、speed task における  $\beta_1$  が control と accuracy task のそれよりも有意に大きい値を示した。時間の要因では、CNV 試行中の  $\beta_1$  が pre-S1 よりも有意な減少を示した ( $p<0.01$ )。導出部位の要因では、中心領野の Cz 優位の傾向が見られた。また、課題条件×導出部位 ( $F=6.623, p<0.01$ , 表 6) の要因間で交互作用が認められたので下位検定を行ったところ、speed task においては中心領野の Cz 優位を示したが、accuracy task においては頭頂部の Pz 優位を示した。

$\beta_2$

$\beta_2$ について、課題条件 (C: control, accuracy task, speed task) × 時間 (T: pre-S1, CNV period) × 導出部位 (L: Fz, Cz, Pz, C3', C4') の3要因による繰り返し測度の分散分析を行った。課題条件 ( $F=16.736, p<0.001$ , 表5), 時間 ( $F=13.321, p<0.001$ , 表5), 導出部位 ( $F=15.952, p<0.001$ , 表6) の要因において主効果が得られたので対比による検定を行った。課題条件の要因では, speed task における  $\beta_2$  が control と accuracy task のそれよりも有意な増大を示した。時間の要因では, CNV 試行中の  $\beta_2$  が pre-S1 よりも有意な減少を示した ( $p<0.001$ )。導出部位の要因では頭頂部の Pz 優位を示し, 他の導出部位よりも有意に大きい値を示した。

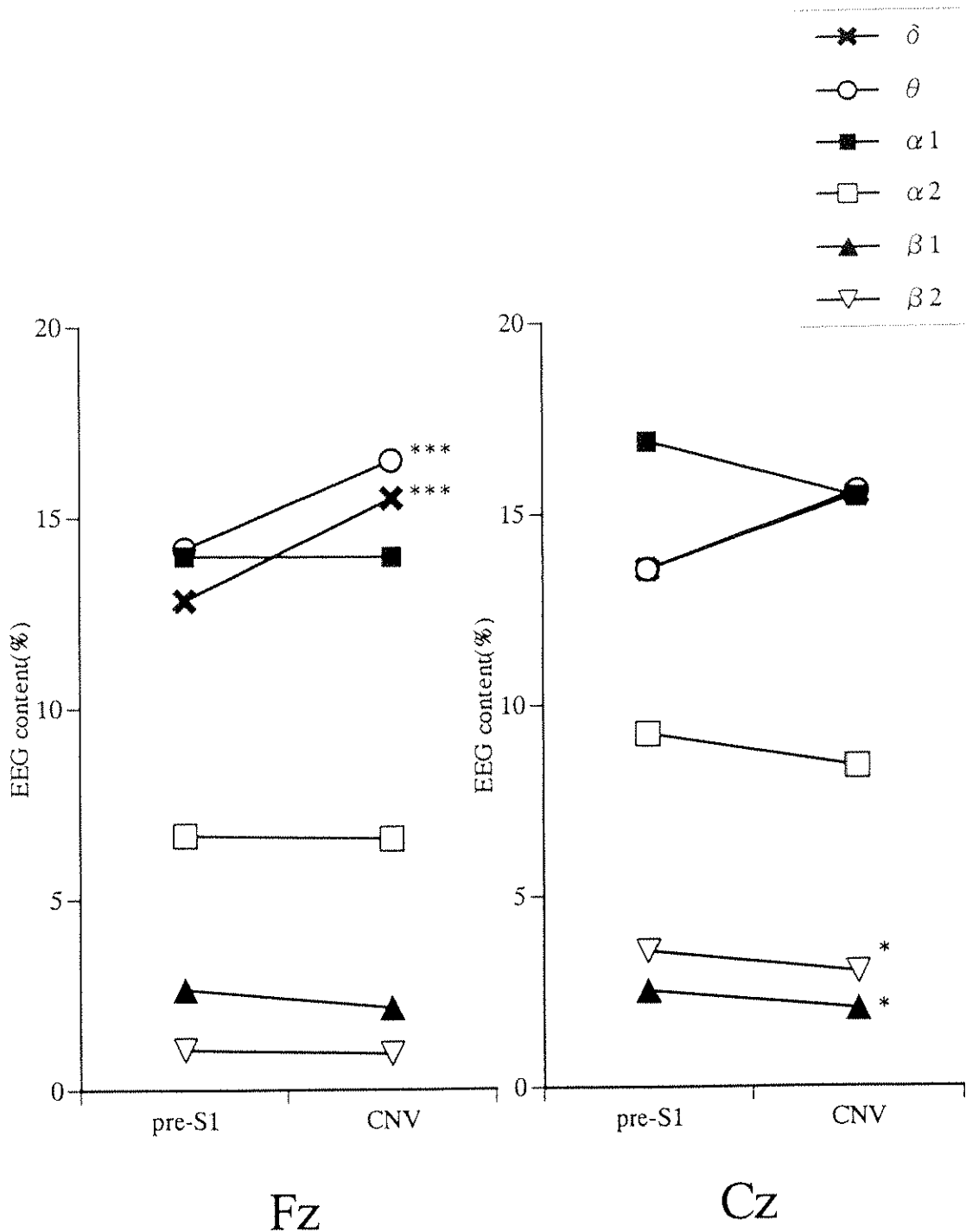


図10 CNV試行中の脳波周波数6帯域の経時的変化

pre-S1は予告刺激 (S1) 前の安定した2秒間の脳波, CNVはCNV試行中の2秒間の脳波を示す. 前頭部 (Fz) において, CNV試行中の $\delta$ ,  $\theta$ が有意な増大を示した. 中心領野 (Cz) においては, CNV試行中に $\beta$ 成分が顕著な減少を示した.

\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.001$

## 5. 考察

本研究では、準備期 (foreperiod) における中枢の活動状態について全体的に捉えるため、CNV と脳波周波数解析を指標に用いて検討した。

### CNV

accuracy task と speed task の両動作課題における CNV は、前頭部の Fz において持続型 CNV を示し、中心領野の Cz では反応刺激に向かって徐々に増大する運動性の漸増型 CNV を示した。また、accuracy task と speed task の両動作課題において、前期成分 (E-CNV) と後期成分 (L-CNV) の振幅が control よりも有意な増大を示した。前期成分は、主に警告刺激に対する定位反応を反映し (Loveless and Sanford, 1974)、頭皮上分布は両側の前頭野優位を示すこと (Ritter et al., 1984) が知られている。それに対して後期成分は、反応刺激に対する期待 (stimulus preceding negativity: SPN) や運動の準備 (motor preparation) を反映し、頭皮上分布は中心領野から動作肢と反対側の一次運動野付近を示すことが報告されている (Gaillard, 1976)。本研究において、accuracy task と speed task の両動作課題における前期成分の頭皮上分布は、中心領野から前頭部にかけて優位を示し、振幅も control よりも有意な増大を示した。頭皮上の中心領野から前頭部にかけては、運動プログラムに関連する補足運動野 (supplementary motor area: SMA) に相当すると考えられているため、本研究における前期成分は、警告刺激に対する定位反応だけでなく、運動準備に先行する運動プログラムも反映する可能性が示唆された。さらに、両動作課題における後期成分の頭皮上分布は中心領野の Cz 優位を示し、その振幅も control よりも有意な増大を示したことから、後期成分は運動の準備を反映する準備電位 (BP) が重畳している可能性が考えられる。

CNV 後期成分と BP との関連性が現在も議論されており、それぞれの起源の違いから両者を説明する研究が盛んに行われている (Elbert et al., 1994; Hultin et al., 1996; Hamano et al., 1997)。BP は自己のペースで随意運動を行う直前に陰性に増大する緩電位であり、運動開始の 600ms 位前から中心部と動作肢と反対側の半球優位に出現するため、おそらく運動野由来の電位であろうと考えられている。Gemba ら (1990) は、サルを用いた研究で運動肢と対

側の運動野と体性感覚野において命令刺激開始に向かって徐々に増大する漸増型 CNV 様電位を記録し、この漸増型 CNV 様電位は運動の準備に関連する電位の可能性が高いと報告している。本研究の両動作課題においても、中心領野の Cz において顕著な漸増型 CNV を示したため、運動の準備を反映する BP が重畳している可能性が示唆された。しかし、Hamano ら (1997) はてんかん患者に対して埋め込み電極を用い、硬膜下記録によって CNV と BP を誘発し、それぞれの起源の違いから BP と後期成分は同一ではなく、後期成分は運動に対する準備に関連するだけではないと考察している。さらに Vidal ら (1995) は、CNV 出現期間中の初期の準備期には補足運動野 (SMA) が関与し、準備期の後期には運動野が関与するであろうと報告し、SMA は運動のプログラミングを司り、運動野は運動の実行にはたらくと考察している。したがって、本研究の結果と先行研究から、CNV 出現期間中の初期の準備期に相当する前期成分は、予告刺激に対する定位反応だけでなく SMA による運動プログラムをも反映し、後期成分は運動の準備にも関連しているが、被検者の注意や期待、意欲などの精神心理学的要因にも依存すると考えられる。

## 周波数

本研究では、前頭部の Fz において CNV 試行中 (CNV period) の  $\delta$  成分と  $\theta$  成分が、pre-S1 (予告刺激前の安定した脳波) のそれよりも有意な増大を示した。先行研究においても、計算中や他の精神活動中に前頭部を中心に  $\delta$  成分が増大することが報告されている (Kakizaki, 1985; Fernandez et al., 1993)。課題遂行中の  $\delta$  成分の増大は、被検者の集中レベルの増大に関連すると考えられている (Fernandez et al., 1993)。つまり、本研究における CNV 試行中の  $\delta$  成分の増大は、被検者の集中レベルの増大を反映していると考えられる。

また、CNV 試行中の前頭部における  $\theta$  成分の顕著な増大は、精神作業中に前頭部正中部に出現する特徴的な脳波活動として考えられている Fm  $\theta$  (Ishihara and Yoshii, 1972) が出現していた可能性を示唆している。Fm  $\theta$  は、覚醒水準の低下によって出現する徐波成分とは明らかに異なるため、CNV 試行中には高度な神経活動が行われている可能性が考えられる。前頭部は、注意機能に関して重要な役割を担っていると考えられており (Desmedt and



Tomberg, 1989; Corbetta et al., 1993), 本研究の前頭部における持続型 CNV と脳波周波数解析による  $\delta$  成分と  $\theta$  成分の顕著な増大は, 前頭部が注意機能として重要な役割を果たしている可能性を示唆するものである.

多くの先行研究によって, CNV 出現期間中の刺激間隔 (ISI) に  $\alpha$  成分が減少する  $\alpha$ -ERD (event-related desynchronization) が報告されている (Pfurtscheller and Aranibar, 1977). しかし, 本研究においては, CNV 試行中に顕著な  $\alpha$ -ERD が認められなかった. 運動開始前に注意が増大することによって  $\alpha$  帯域に変動がみられなかったり, 逆に増大するという報告 (Vanderwolf, 1992; Shaw, 1996) がある. Scheich と Simon (1970) は, 安静時において  $\alpha$  優位を示す被検者は動作時に  $\alpha$  成分が減少し, 安静時において  $\alpha$  成分が少ない被検者は動作時に増加がみられることを報告している. つまり,  $\alpha$  成分は個体差の影響を強く受けると考えられ, 本研究の結果も被検者の個体差による影響が生じた可能性が考えられる.

本研究における  $\beta$  成分は, CNV 試行中に有意に減少する  $\beta$ -ERD がみられ, 随意運動開始前の準備期 (foreperiod) において  $\beta$ -blocking が生じるという Jasper と Penfield (1949) の報告と同様の結果が得られた. この準備期に生じる  $\beta$ -ERD は, 感覚運動野 (sensorimotor area) の活動を反映すると考えられている (Stancak and Pfurtscheller, 1995). Yingling (1980) は, 中心部における  $\beta$  律動は運動行動に関連しているため, その活動は脳における運動のプランニングや運動制御を反映すると考察している. さらに, MEG を用いた Salmelin と Hari (1994) も, 20Hz の  $\beta$  律動は運動野付近で生じることを報告している. 本研究の結果と先行研究から, CNV 試行中の中心領野における  $\beta$ -ERD は, 運動のプランニングや運動制御を反映する可能性が示唆された.

## 6. 要約

本研究では、準備期 (foreperiod) における中枢内情報処理過程について CNV と脳波周波数解析を用いて検討した。得られた結果は次の通りである。

(1) 前頭部の Fz においては持続型 CNV を示し、CNV 出現期間中には  $\delta$  成分と  $\theta$  成分が顕著に増大した。

(2) 中心領野の Cz においては BP が重畳した顕著な漸増型 CNV を示し、CNV 出現期間中には  $\beta$  成分が顕著に減少する  $\beta$ -ERD が生じた。

以上より、CNV 出現期間中の準備期 (foreperiod) においては、前頭部で注意集中レベルの持続が行われ、SMA や運動野が位置する中心領野においては、その運動開始に対する運動の準備や運動プランニングに関する情報処理が行われている可能性が示唆された。

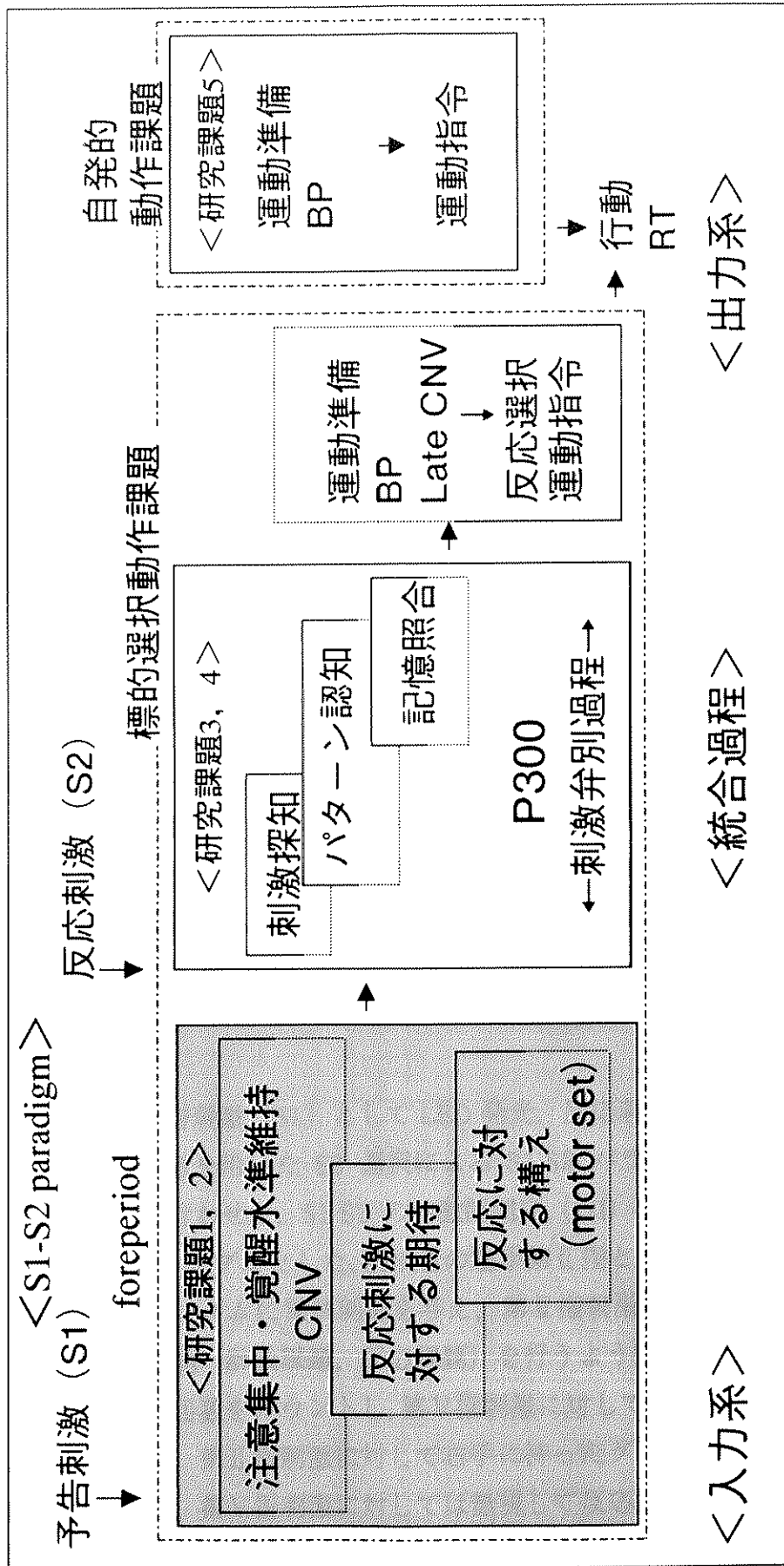


図11 本研究における研究課題のフローチャート

研究課題1と研究課題2では準備期に着目し、準備期における中枢の活動状態についてSEPsとCNV、脳波周波数解析を用いて検討した。次に、研究課題3と研究課題4では統合過程に着目し、反応刺激に対して筋運動として動作が出現するまでの中枢内情報処理過程について、ミリ秒オーダーの高い時間分解能を有する事象関連連電位P300を指標に用いて検討する。