



# XI. 87. Interpersonal Neuroscience

200321(Sat.)The Cognitive Neurosciences, 6thEd.  
勉強会

Yuna Koyama



YK@Yu73716594

- 社会的関わり合いsocial interactionは、考えや感情を共有したり、絆を構築したり、新しい考えや行動のパターンを創る役割などをもつ、日常生活に欠かせない特性の一つである
- しかし、これまで単一の脳の構造や機能については明らかにされてきたが、それらがどのように・どうして相互に影響しあうのかについてhow or why brains interactはほとんどわかっていない
- 社会的関わり合いが、高いコストを必要とするのに広く行われている背景を踏まえると、進化的に保存されてきたevolutionarily adaptive可能性がある
- したがって、人間の脳について深く理解するためには、社会的関わり合いがどのように・どうして行われているのかを理解する必要がある

# 脳間連携 Brain-to-brain alignment

- 社会的交流の目的は、**連携をとることalignment**だとする（Pickering and Garrod, 2004）
  - 例：会話における成功とは、どれだけ会話をしている者同士が**世界に対するメンタルモデルmental models of the world**を**連携させたか**によって決まる
  - **メンタルモデルmental model**：個人が現実世界をどのように認識し解釈しているかの認知モデルであり、個人にとって思考の前提をなすものとされる
- 二者間でどれだけメンタルモデルを共有したかを**脳活動の同期synchronousの程度**で測定することが出来ることを報告した
  - 語り手と聞き手の血中酸素のレベルが空間的・時間的**spatiotemporal**に同期していた
  - これにより、知覚レベル**perceptual**で共有しているのか（低い連携レベル）、意味レベル**semantic**で共有しているのか（高い連携レベル）が区別できることが示された
  - 非言語コミュニケーション**non-verbal communication**においても見られた
- 神経活動が同期していることが、メンタルモデルの連携を示す指標となる
  - 同じソーシャルネットワーク**social network**に属する人は、同じ刺激に対して似たような脳活動を示す

# 脳間連携 Brain-to-brain alignment

- 同期している神経活動synchronous neural activityは、メンタルモデルの連携mental alignmentのよい指標となる
- 同期は、社会的縁作りsocial bondingにおいて重要な役割を果たす
- しかし、今までは、同様の刺激に対する脳活動を測定したのみで、同時に脳活動を記録してはいない
- ハイパースキャニングhyperscanningと呼ばれる、複数名の脳活動を同時に計測する手法が必要となる

# 実時間の交流における同期 Synchrony in Real-time Interaction

## 脳波記録electroencephalography(EEG)・脳磁気図記録 magnetoencephalography(MEG)

- **EEG**および**MEG**は、柔軟性flexibility・コストlow cost・空間時間解像度superior temporal resolutionにおいて優れており、リアルタイム測定では多く使われている技術である
  - EEG：脳から生じた電気活動を頭皮上、蝶形骨底、鼓膜、脳表、脳深部などに置いた電極で記録したもの
  - MEG：神経細胞の電気活動に伴って生じる磁場を記録したもの
- 正常脳波
  - 基礎律動：ほぼ全般的・持続性に出現し、脳波の大部分を形成



δ (delta) 波	1-3Hz		<a href="https://www.verywellhealth.com/what-is-an-eeeg-test-and-what-is-it-used-for-3014879">https://www.verywellhealth.com/what-is-an-eeeg-test-and-what-is-it-used-for-3014879</a>
θ (theta) 波	4-7Hz	α波の徐波化によって出現する場合、後頭葉優位。傾眠時は側頭葉優位	
α (alpha) 波	8-13Hz	頭部後方部に覚醒時出現。安静覚醒閉眼時に見られる	注意・精神的努力によって抑制、減退
β (beta) 波	14-Hz	前頭部から中心部で最もよく記録される	

# 実時間の交流における同期 Synchrony in Real-time Interaction

## 脳波記録electroencephalography(EEG)・脳磁気図記録 magnetoencephalography(MEG)

- 研究例：
  - 他者のタッピングの音と同様のタッピングを行うタスクにおいて、**二者の脳間の振幅相関 amplitude correlations**と**位相同期 phase synchronization**が主に前頭中央部 frontocentral regionの高 $\alpha$ 波 higher alpha band( $\sim 12\text{Hz}$ )において観察された。一方、位相の違いは、主に感覚運動野 sensorimotor area でみられた
  - ギタリストに対し、デュエットを演奏させるタスクにおいて、位相同期が主に低周波帯域 lower frequency bands(delta and theta)において見られたことが分かった。
- 言語的交流 verbal interactionにおける**役割交換 turn taking**における脳活動の測定についても、高時間解像度を有する技術が必要とする
  - デュアルMEGセットアップ dual-MEG setupを用いる
  - **聞き手と話し手の役割交換は、聞き手の脳波の変化によって予測可能**：左一次運動野 left primary motor cortexの10Hz帯において変化が観察された
  - 数字を順番に数えるタスクでは、前頭側頭 frontotemporal および右中央前頭部 right central-parietalの $\alpha$ 波帯 alpha band および、左前頭 left frontal と左側頭 left temporalの $\gamma$ 波帯 gamma bandの同期が見られた
- 二者間を超えた、**大人数のグループ（クラス）における同期**も測定された
  - 共働注意 shared attention や個人の特性 individual traits（注意力 subjective level of focus や共感力 empathy）などが、同期の程度を変化させることが観察された

# 実時間の交流における同期 Synchrony in Real-time Interaction

## 磁気共鳴機能画像法(fMRI)functional magnetic resonance imaging

- fMRIはEEGやMEGと比較して、時間的解像度は劣るが、空間的解像度が高い
- 非言語コミュニケーションnon-verbal communication
  - 右上側頭回right superior temporal cortexにおける一貫した脳活動が、コミュニケーションの成功を予測する
- 共同注意joint attention
  - 右下前頭部right inferior frontal gyrusにおける脳活動の時間的同期が共同注意を行っているペアで見られた
  - 境界性パーソナリティ障害を持つ人とのペアでは、右側頭頭頂接合部right temporoparietal junctionにおける同期の減少が見られた
- 言語コミュニケーションverbal communication
  - 話し手の運動関連の活動が、聞き手の聴覚auditoryおよび内側頭頂野medial parietal areaの活動と同期していた





# 実時間の交流における同期 Synchrony in Real-time Interaction

## 機能的近赤外分析法(fNIR)functional near-infrared spectroscopy

- fNIRはfMRIと同様に、**神経活動と血管応答vascular response**はかたく結びついているという前提をもとに、**血中酸素レベル**の増減を感知する
- 光化学センサー-optodesからの**近赤外線near-infrared light**を用いる点で異なる
- 血中酸素濃度のちがいによりoxygenation levels、**血中ヘモグロビンの近赤外光の吸収度合い**が異なるdistinctive absorption spectrum of hemoglobinことを用いる
- fMRIと比較し、空間的解像度は劣り、皮質下領域の測定は困難だが、静座だけでなく、**動き回ったり話したりしながらの測定が可能**である





# 実時間の交流における同期 Synchrony in Real-time Interaction

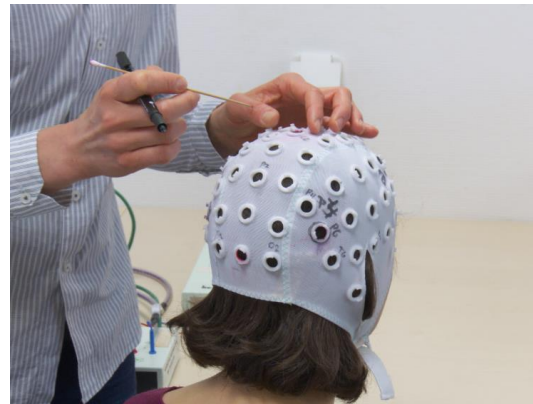
## 機能的近赤外分析法(fNIR)functional near-infrared spectroscopy

- 顔を合わせた交流face-to-faceと顔を合わせない交流back-to-backの比較
  - 顔を合わせた交流において、左下前頭部left inferior frontal regionsおよび前極頭部frontopolar areaの活動同期が見られた
- 親子の関わりparent-child interaction
  - 他人-幼児との関わりに比べて、親-子との関わりでは、前極頭部frontopolar areaおよび背外側前頭前野dorsolateral prefrontal corticesの活動においてより一致していた
  - 親子間の同期は、子が親と目を合わせるmutual gazeこと、笑顔を向けることsmiling、声を発することinfant vocalizationによって高まる

# 実時間の交流における同期 Synchrony in Real-time Interaction

## 経頭蓋電気刺激Transcranial alternating current stimulation

- これまでの研究は、主に観察研究であったため、脳活動の同期が活動の連携をもたらしたのか、活動の連携が脳活動の同期をもたらしたのかが分からなかった
- 脳神経を刺激することで、脳活動の同期をもたらし、それが行動の同期にもたらす影響を調べる
  - 経頭蓋磁気刺激法Transcranial magnetic stimulation(TMS)
  - 経頭蓋直流電気刺激Transcranial direct current stimulation(tDCS)
  - 経頭蓋交流電気刺激Transcranial alternating current stimulation(tACS)
- 例：beta波刺激を与えたところ、タッピング課題の同期率が上がった



# 今後の展望 Future Directions

- 新たな計算機的方法の模索new computational approach
  - 同時期の同期だけではなく、時間のずれたlags同期（leader-follower dynamics）
  - 交流への関わりや維持を含めたダイナミックな関係性
  - 脳同士の補完的役割（a calm parent – an anxious child）
  - まだ発見されていない時間的・空間的同期
  - フィードバックループ：交流によってもたらされた共通の意識による関係修飾（a shared language and shared norms that are themselves the product of social interactions）
- 生態学的妥当性の向上toward more ecological validity
  - より自然な状況での交流における測定を目指す

# 結論 Conclusions

- 社会的共通理解shared social understandingは、人間の身体的・精神的健康に大きくかかわってくる
- しかし、今まで、異なる個人の脳間における相互作用的な相互適応interactive mutual adaptationが我々の認知の発達cognitive developmentおよび精神の安定mental stabilityにどうして重要であるのかについては明らかにされていなかった
- 神経活動の同期neural synchronyをメンタルモデルの連携mental alignmentとみなすことがブレイクスルーとなった
- 今後は、一つの脳だけでなく、複数脳を対象とし、研究室での実験的枠組みだけでなく、自然な社会的設定のなかで研究を行っていく必要がある