

● 研究動向について

動物実験について

ラット脳グリア細胞に与える
電磁波ばく露の影響について

名川 弘一¹ 大谷 研介¹ 田中 敏明¹

和氣 加奈子² 河井 寛記² 渡辺 聡一²

1) 東京大学 腫瘍外科、 2) 独立行政法人 情報通信研究機構

動物実験の長所と短所

長所

- 体重、ばく露量などを調節できる(条件設定)
- 比較的短時間に結果を出すことができる(簡便性)
- 実験を繰り返し行うことができる(再現性)

短所

- ヒトではないこと
- 飼育場所が必要

電磁波の脳への影響

～これまでの研究成果～

1. 血液-脳関門(BBB)への影響 ⇒脳局所SAR=2W/Kgで影響なし。

Biological and morphological effects on the brain after exposure of rats to a 1439 MHz TDMA field. *Bioelectromagnetics*. 2000 Jul;21(5):364-71.

2. 学習能力への影響 ⇒脳局所SAR=7.5W/Kgで影響なし。

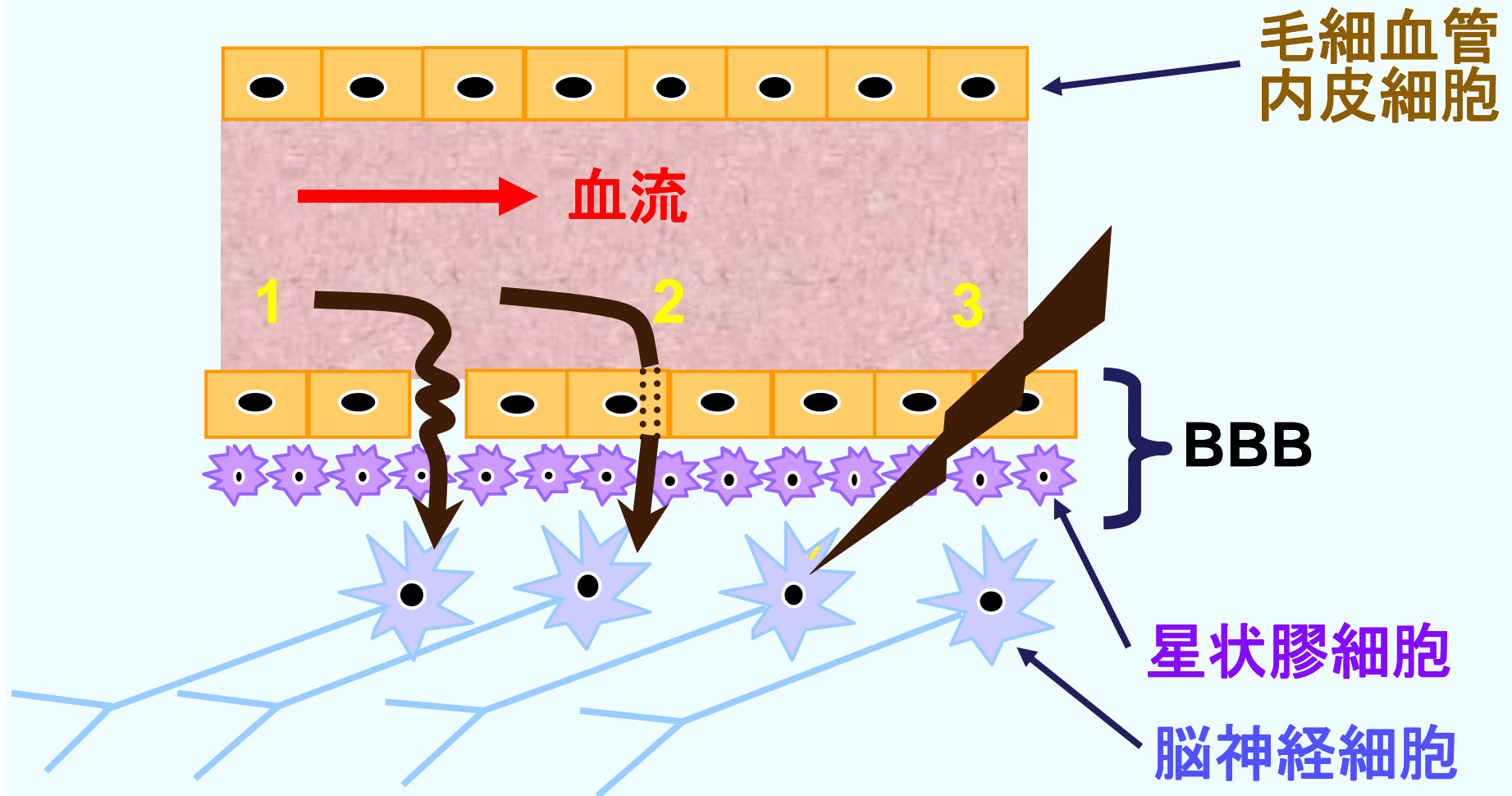
1439 MHz pulsed TDMA fields affect performance of rats in a T-maze task only when body temperature is elevated. *Bioelectromagnetics*. 2003 May;24(4):223-30

3. ホルモンへの影響 ⇒脳局所SAR=7.5W/Kg でメラトニン・セロトニン合成に影響なし。

Short term exposure to 1439 MHz pulsed TDMA field does not alter melatonin synthesis in rats. *Bioelectromagnetics*. 2005 Jan;26(1):49-53

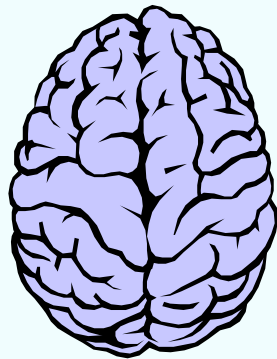
Blood-Brain Barrier (BBB)

血液-腦關門

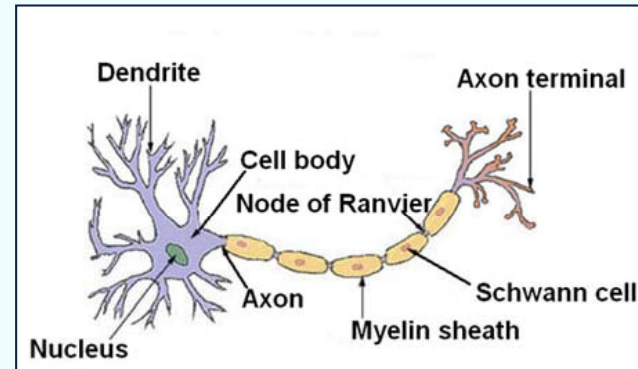


ーグリア細胞とはー

脳組織



・神経細胞(ニューロン)



・血管

・支持組織(グリア)

・ミクログリア(小膠細胞)

・アストロサイト(星状膠細胞)

・オリゴデンドロサイト
(希突起膠細胞)

・その他(上皮細胞)

ーグリア細胞の主な働きー

- 微小循環系の維持

 - : 血液-脳関門、代謝物質の運搬など

- 免疫機能

 - : 傷害組織の貪食

- 支持組織として機能

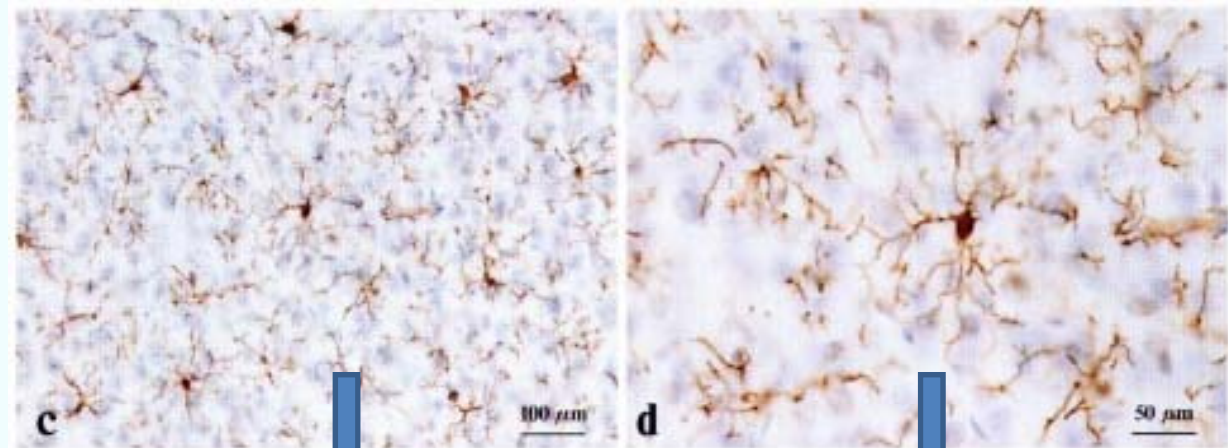
 - : 神経細胞を支持し脳を形作る



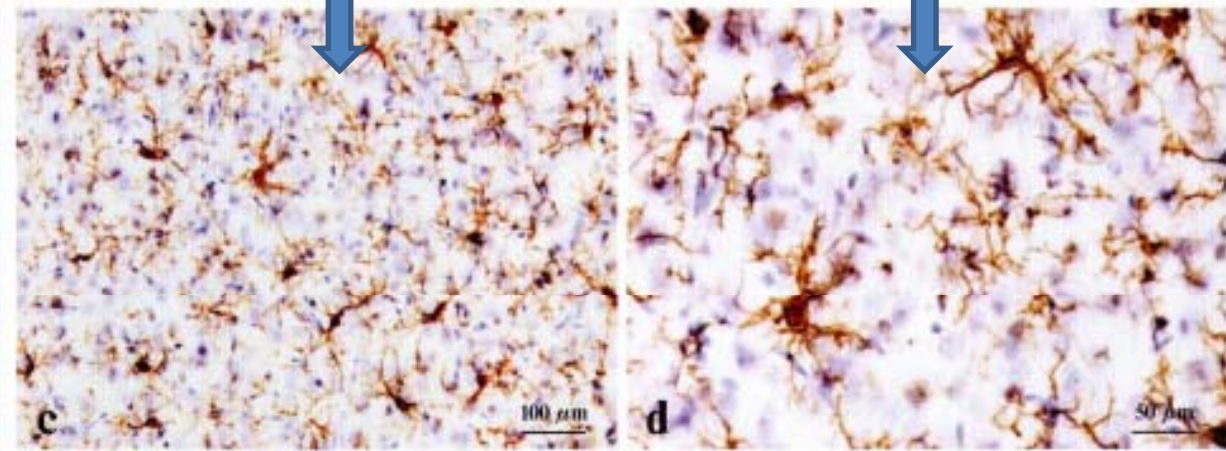
脳の傷害で活性化される

— 電磁波のミクログリアへの影響 —

Sham
(静止型)

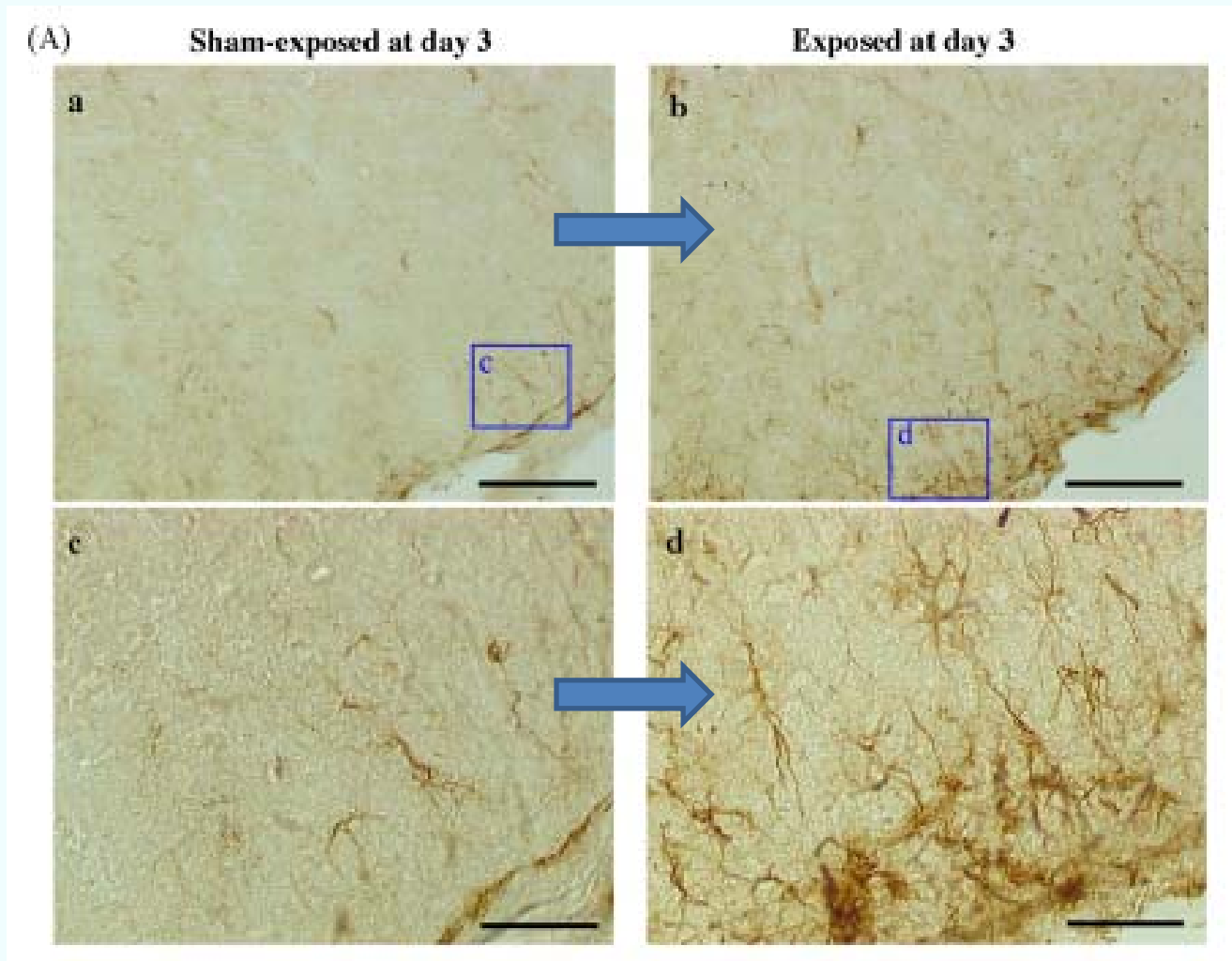


7.5W/kg
(活性型)



工藤玄恵ら, 携帯電話の電磁波はラット脳のミクログリアを活性化する. 東京医科大学雑誌, 2007. 65(1): p. 29-36.

—電磁波のアストロサイトへの影響—



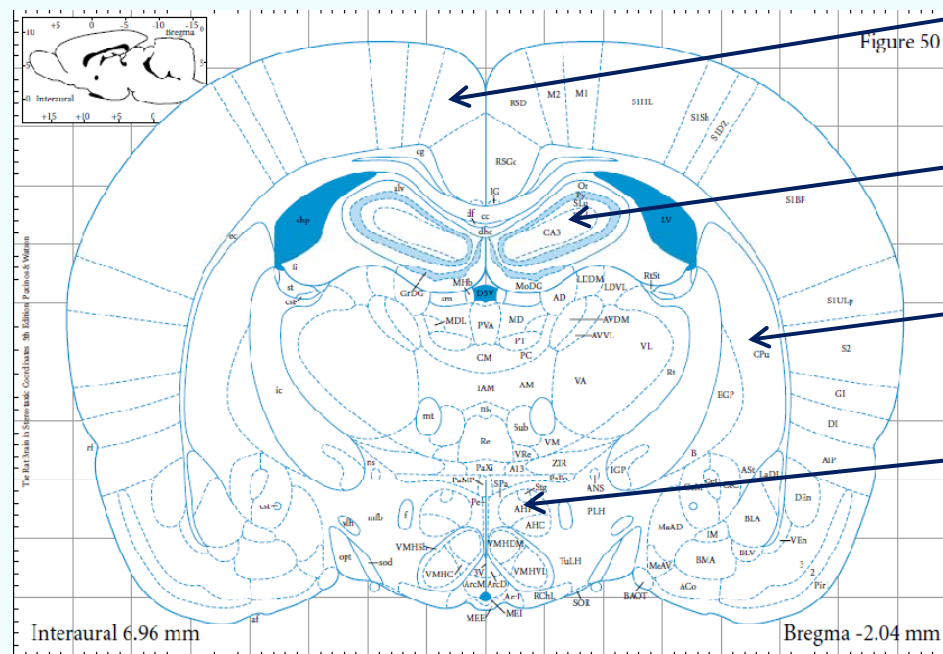
脳SAR=6W/Kg
900MHz, 15分間
のばく露により、
活性化し、増殖
している。

Brillaud, E., A. Piotrowski, and R. de Seze, *Effect of an acute 900MHz GSM exposure on glia in the rat brain: a time-dependent study*. *Toxicology*, 2007. 238(1): p. 23-33.

— 単回ばく露のグリア細胞への影響 — (H19年度の当教室での研究)

方法: ラットに対して脳局所SAR=2W/Kg, 6W/Kg
で1439MHz-TDMAの電磁波を120分、単回ばく露

観察部位



前頭皮質
Frontal cortex

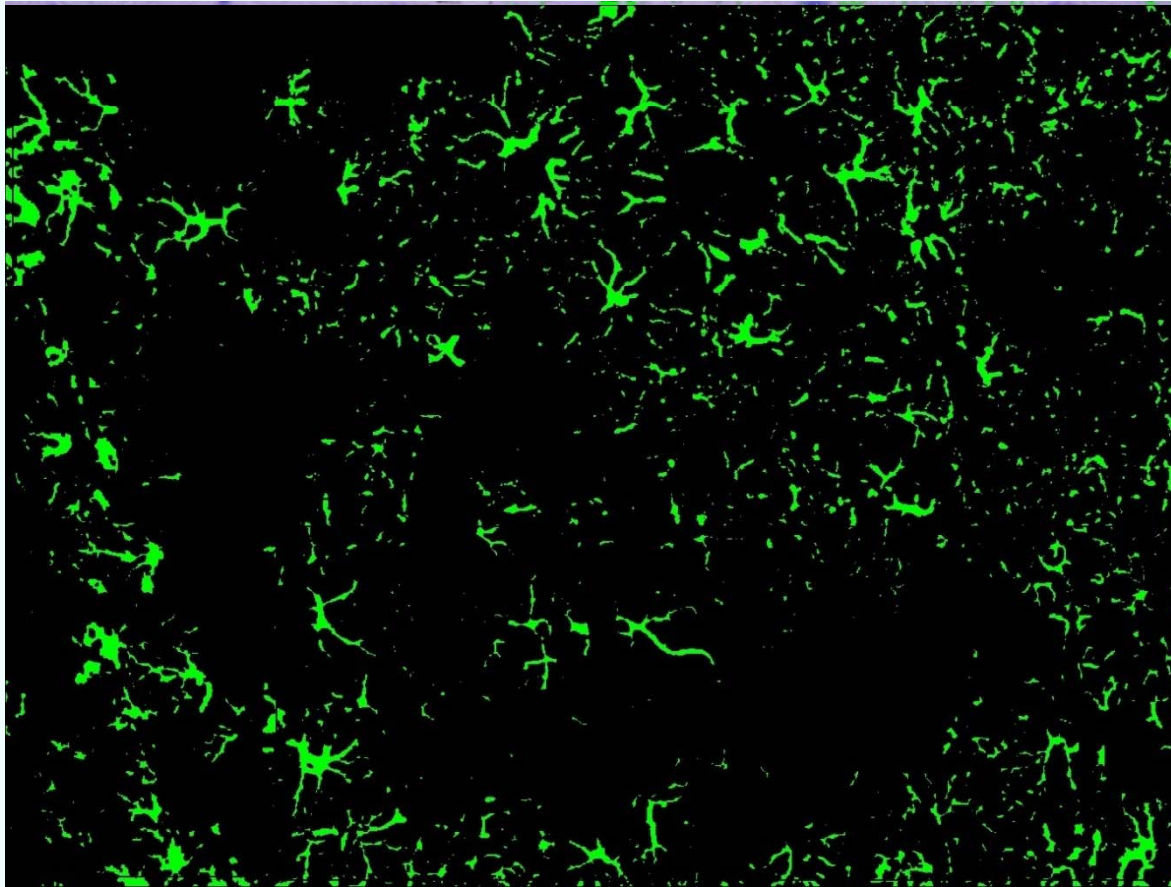
海馬
Hippocampus

線条体
Striatum

視床下部
Hypothalamus

The rat brain in stereotaxic coordinateより転載

面積変化の測定方法

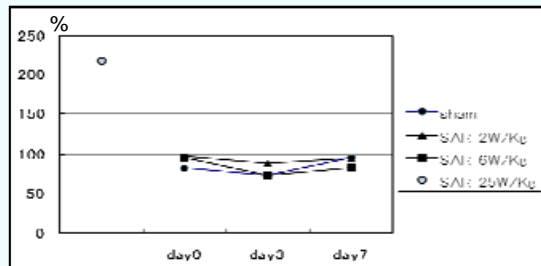


面積変化の測定方法

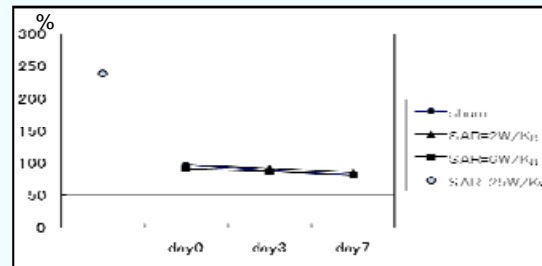
項目番号	染色部分の面積	面積率 (%)	総面積
1	8469.37986	5.79432168	146166.891

— 単回ばく露のグリア細胞への影響 — (H19年度の研究)

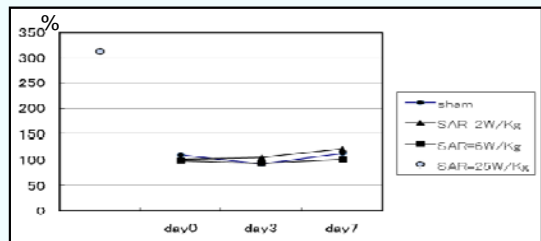
方法： ラットに対して脳局所SAR=2W/Kg, 6W/Kg
で1439MHz-TDMAの電磁波を120分、単回ばく露



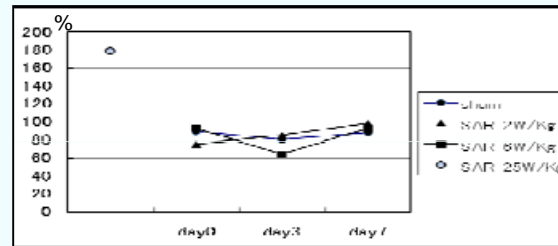
(a) Cerebral cortex:



(c) Striatum:



(b) Hippocampus



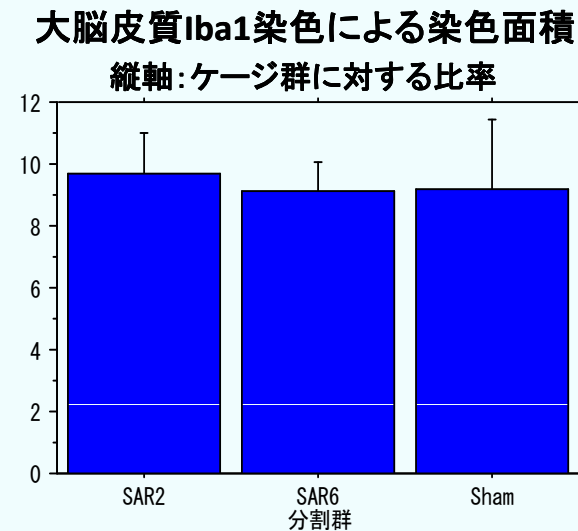
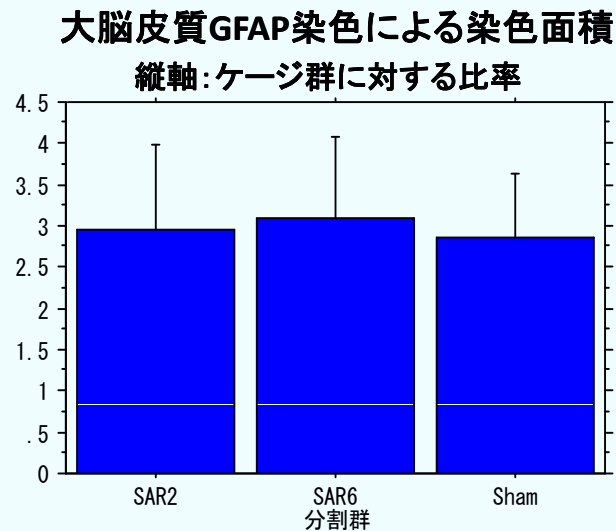
(d) Hypothalamus

縦軸：ケージ群に対する割合(%)

結果： 脳局所SAR=2W/Kg、SAR=6W/Kg で影響なし

—長期ばく露のグリア細胞への影響— (H20年度の研究)

方法： ラットに対して脳局所SAR=2W/Kg, 6W/Kg
で1439MHz-TDMAの電磁波を120分/回 x週4回、
4週間ばく露



結果： 長期ばく露でも脳局所SAR=2W/Kg、SAR=6W/Kg で
影響なし

平成21年度の研究目的

1.95GHz:W-CDMAの電磁波への
長期ばく露によるラット脳の
グリア細胞への影響を評価する

方法 ～ばく露～

周波数: 1.95 GHz

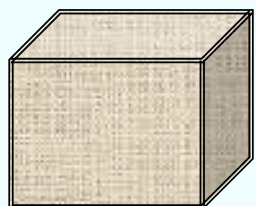
システム: W-CDMA

アンテナ: 1/4λモノポール

曝露動物: ラット(1台に10匹)

ばく露期間: 120分/回x週4回x4週間

Cage Control
(n=12)



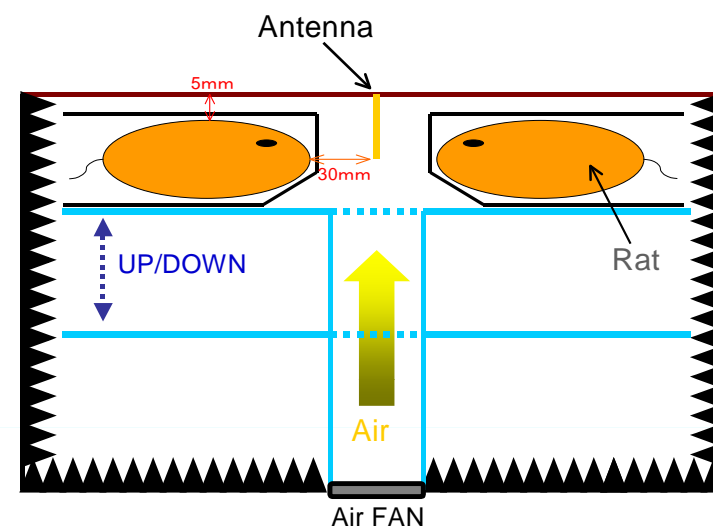
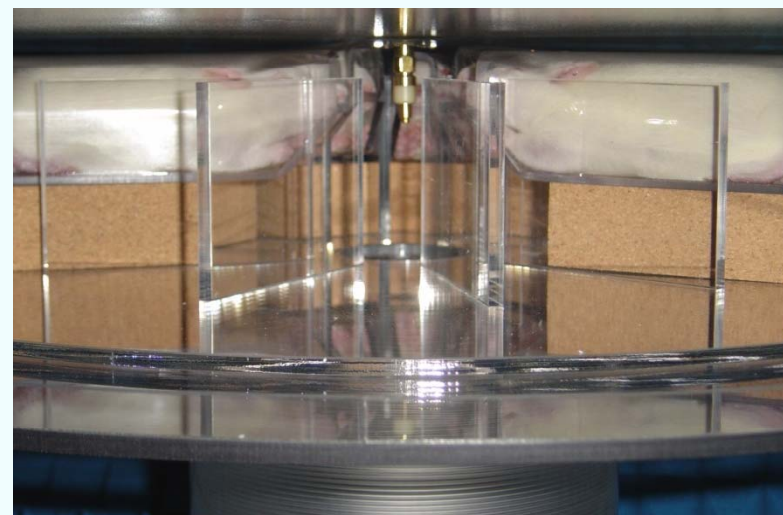
Sham exposure
(n=10)



Brain SAR 2W/Kg 2hr
(n=10)

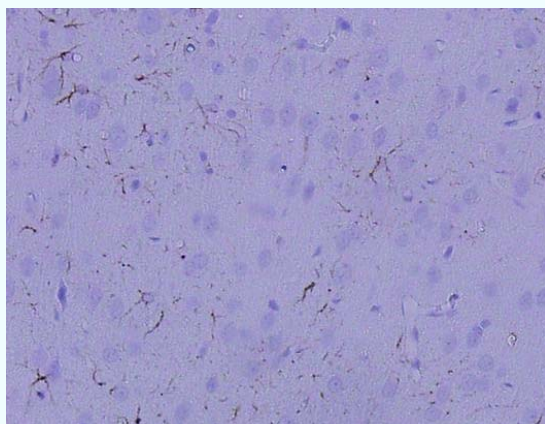


Brain SAR 6W/Kg 2hr
(n=10)

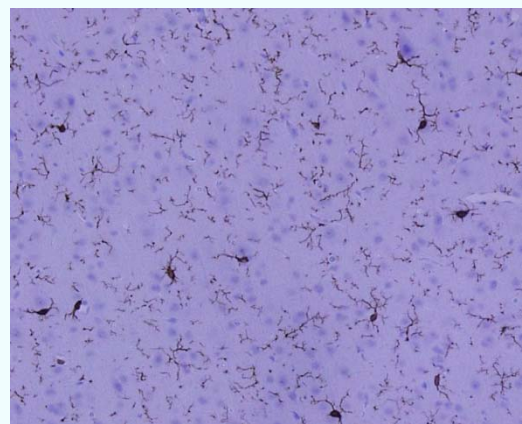


方法 ～評価～

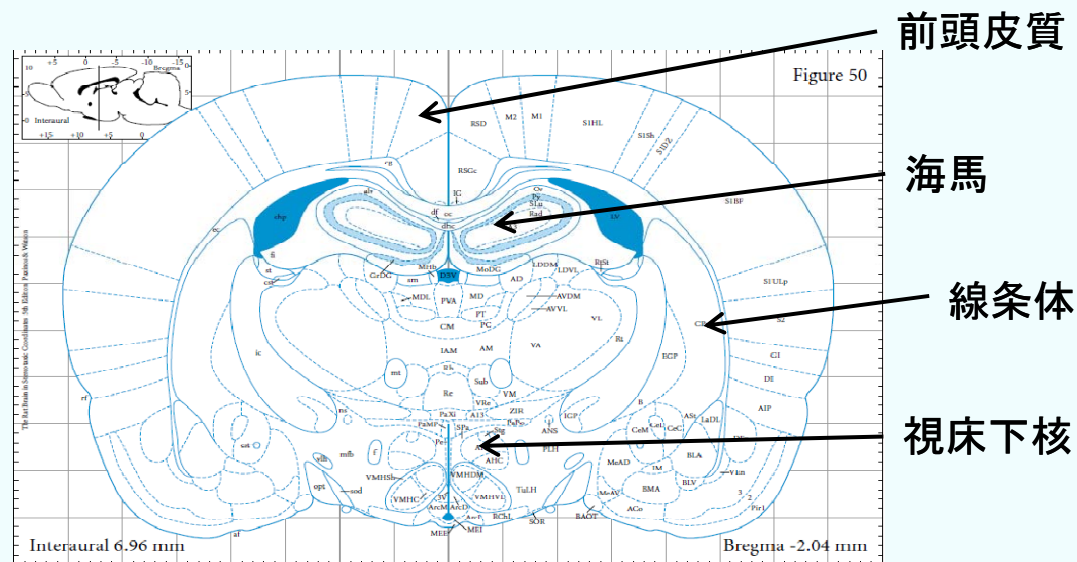
GFAP(アストロサイトのマーカー)染色



Iba1(ミクログリアのマーカー)染色



↓
形態変化
染色面積を評価



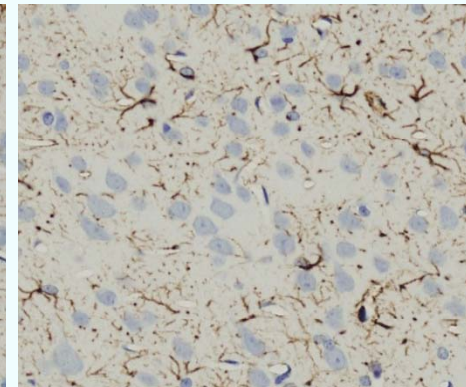
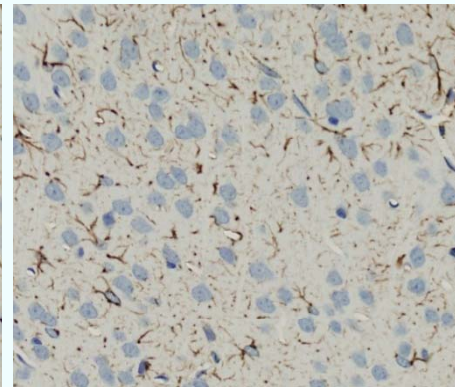
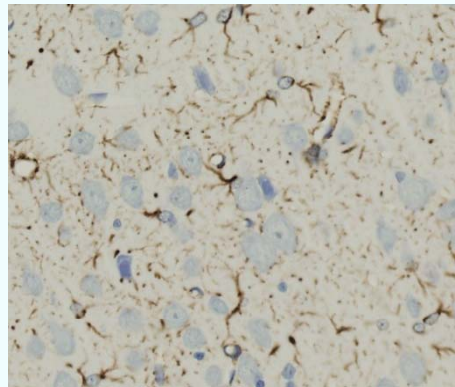
結果 ～アストロサイト～

2W/Kg

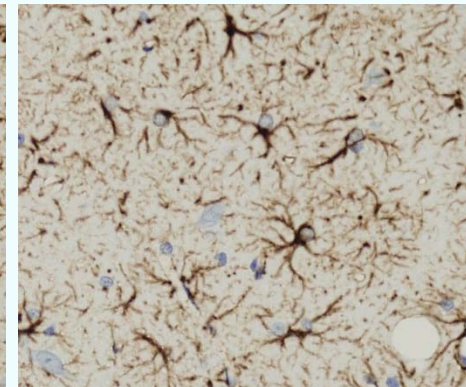
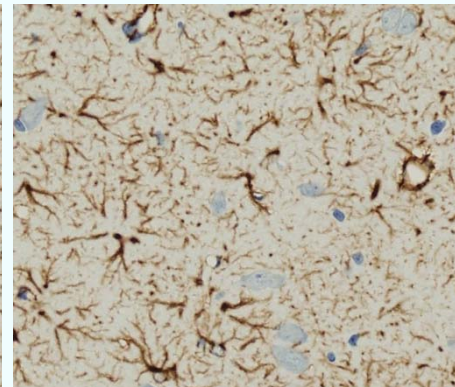
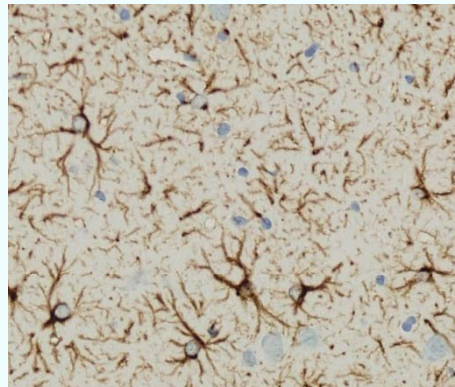
6W/Kg

Sham

前頭皮質

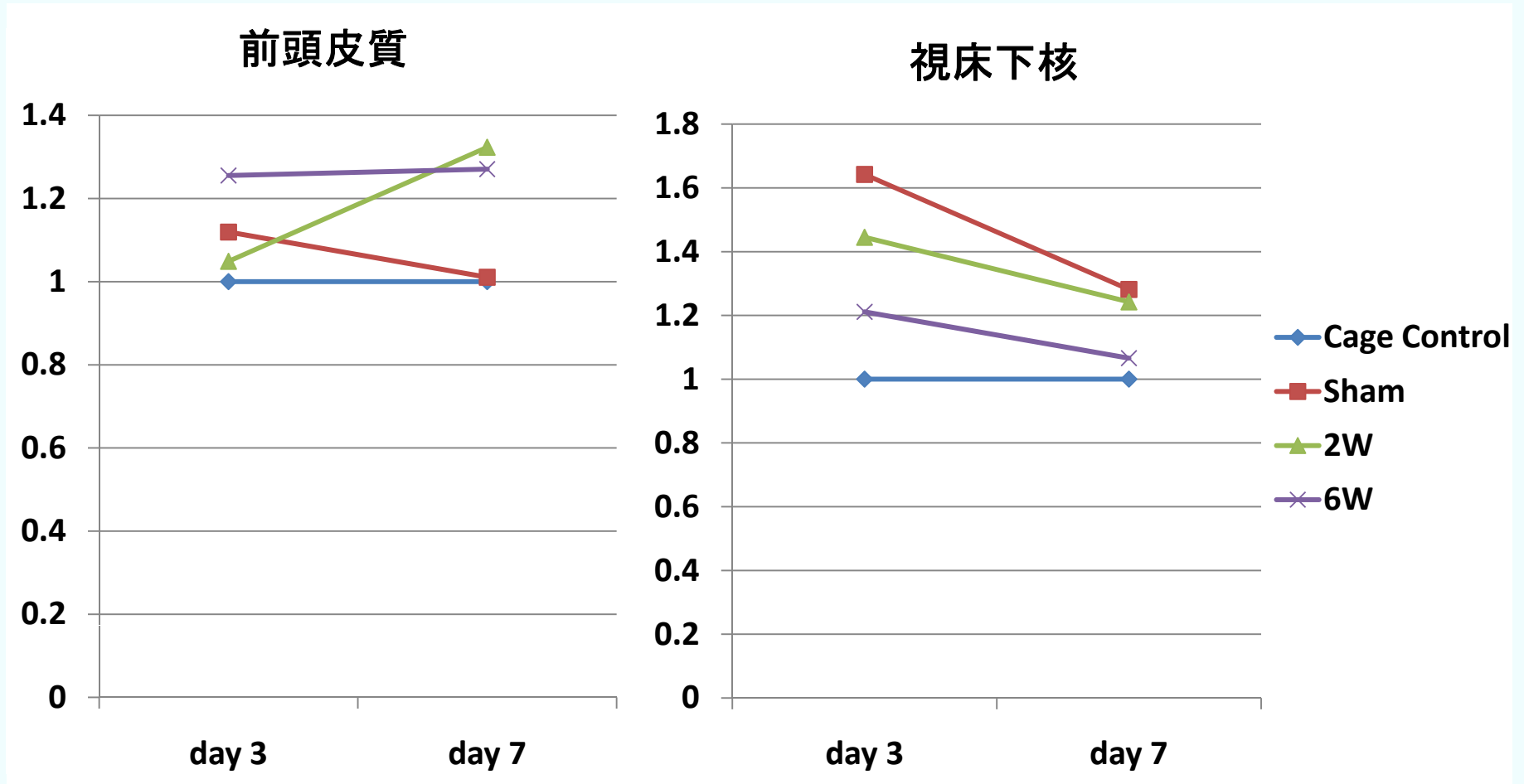


海馬

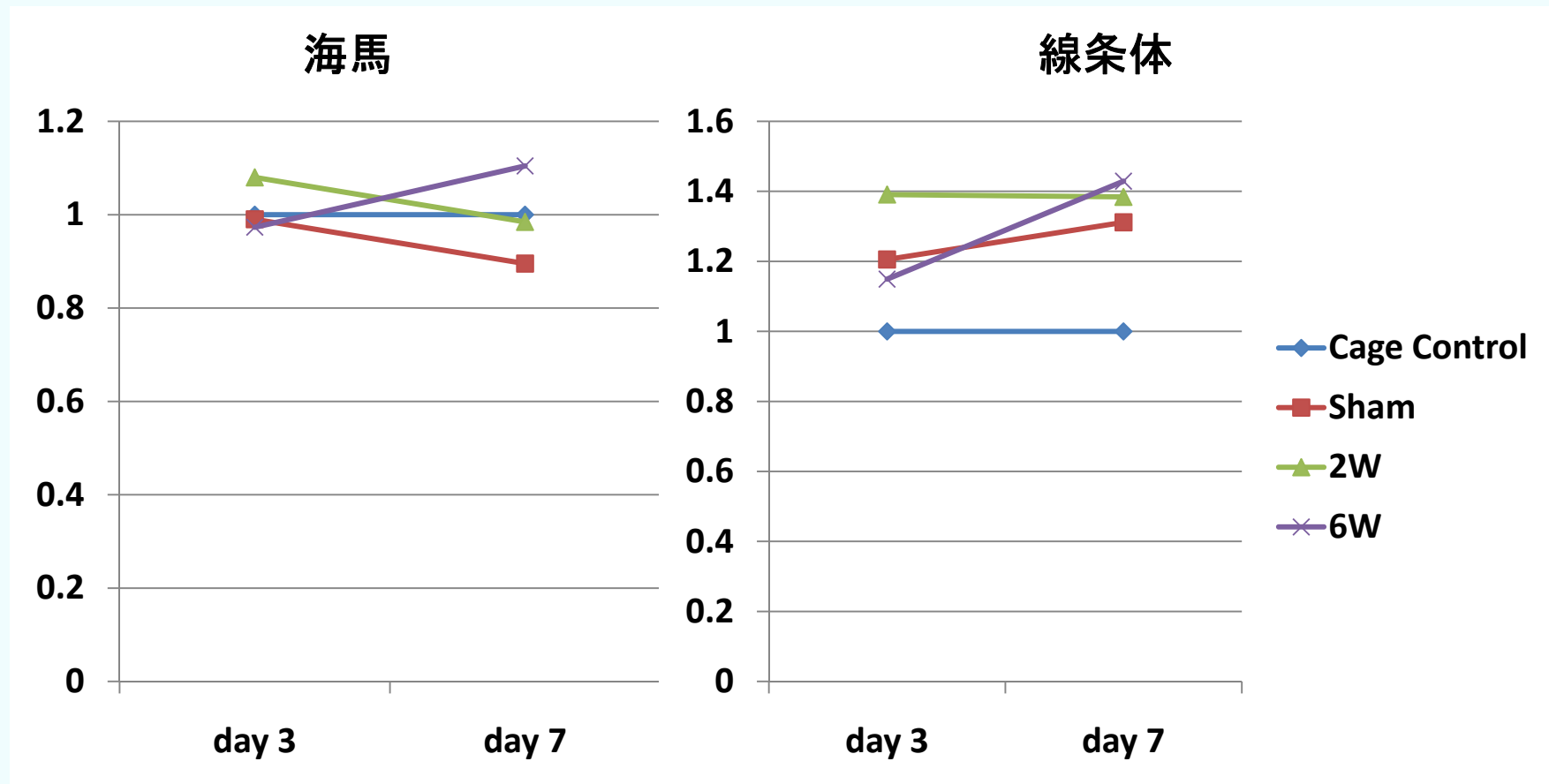


➡ ばく露によるアストロサイトの形態変化は認められなかった

結果 ～アストロサイト～



結果 ～アストロサイト～



➡ ばく露によるアストロサイトの活性化は認められなかった

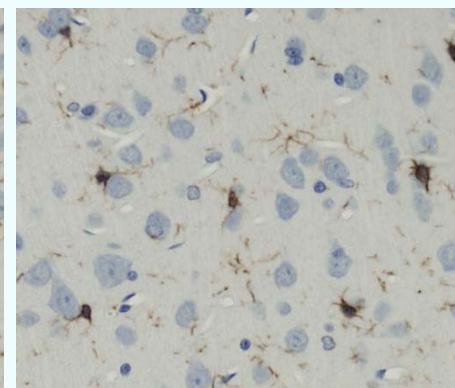
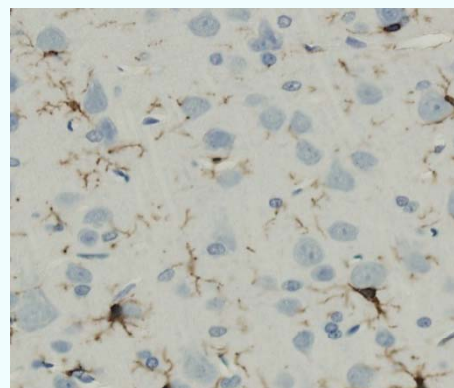
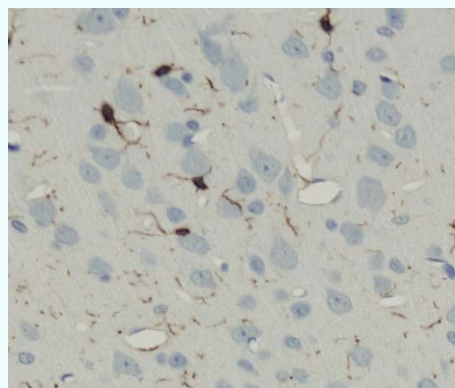
結果 ～ミクログリア～

2W/Kg

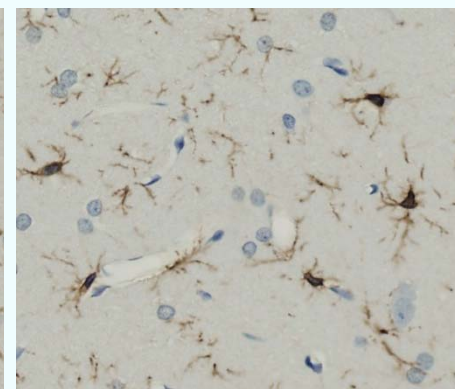
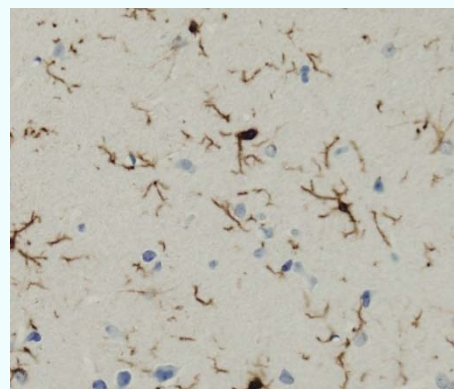
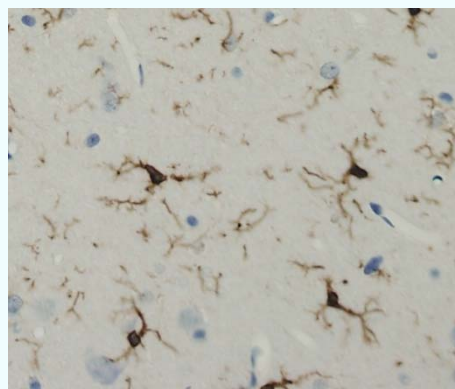
6W/Kg

Sham

皮質運動野

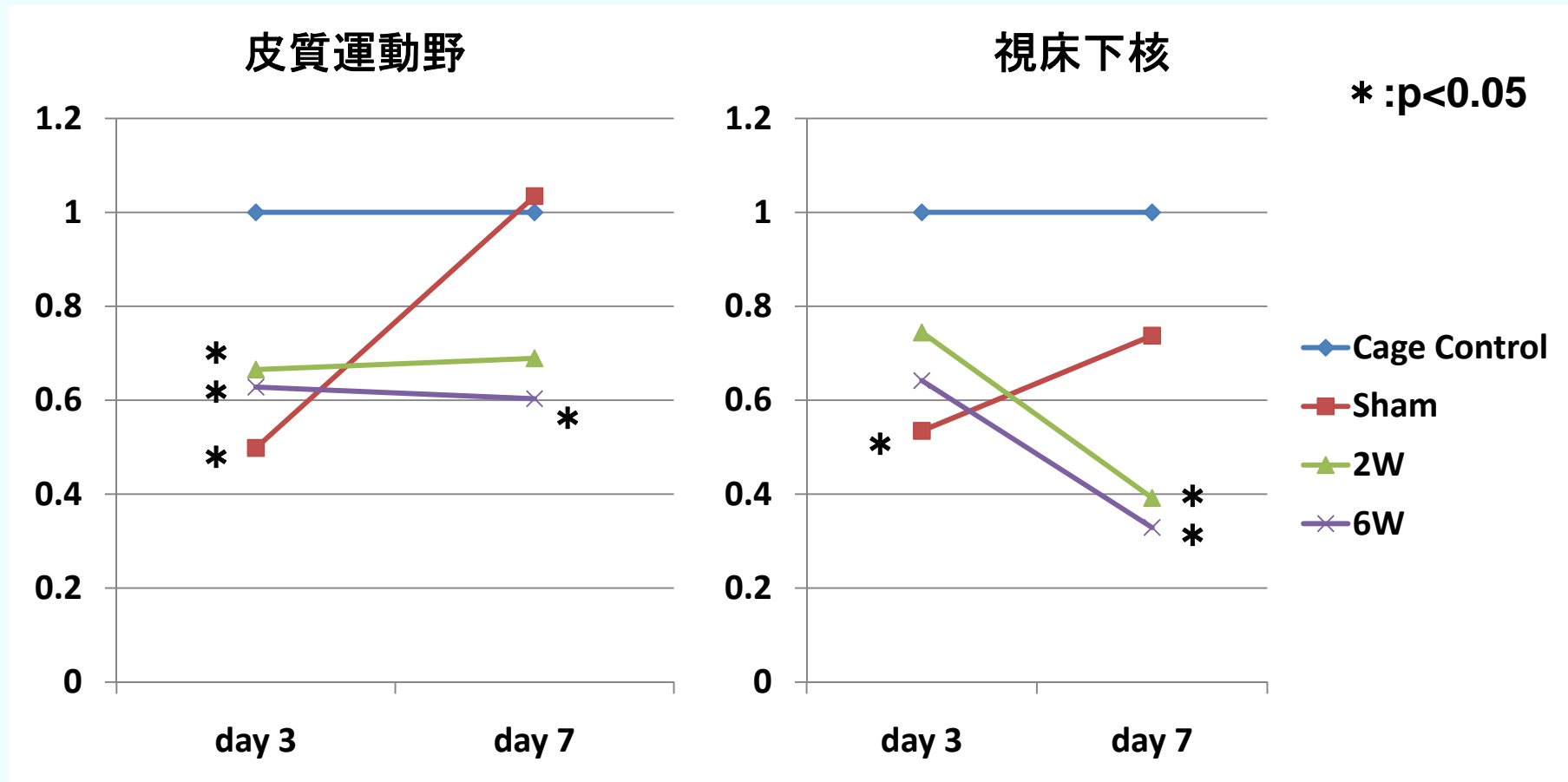


海馬

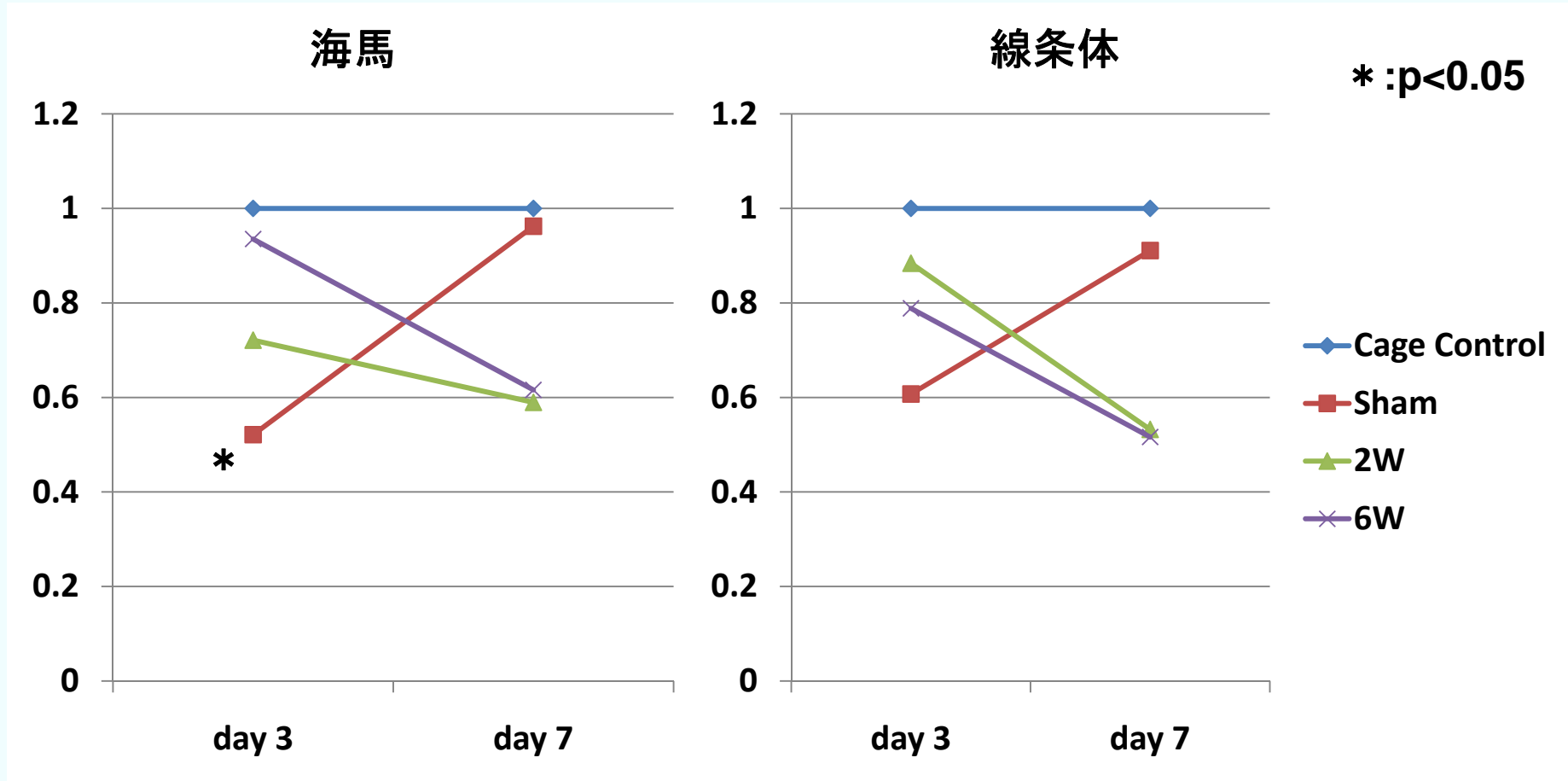


➡ ばく露によるミクログリアの形態変化は認められなかった

結果 ～ミクログリア～



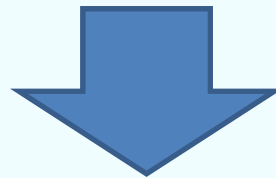
結果 ～ミクログリア～



➡ ばく露によるミクログリアの活性化は認められなかった

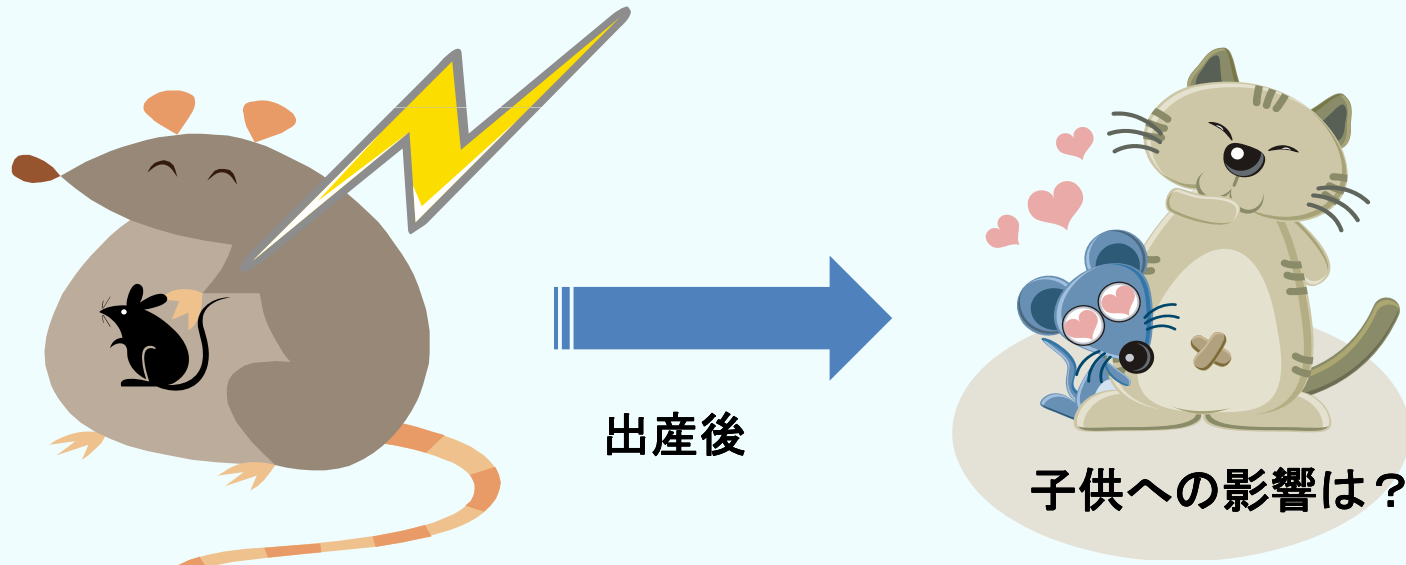
まとめ

ラットの脳に対して、1.95GHz:W-CDMAの電磁波を脳局所SAR=2W/Kg,、6W/Kgで120分/回 x週4回、4週間ばく露した



グリア細胞(アストロサイト、ミクログリア)の形態変化や活性化を認めなかった

今後の研究動向・予定

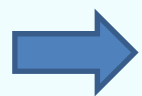


- 腫瘍発生：子のリンパ腫の発生率に影響を与えない

No effects of GSM-modulated 900 MHz electromagnetic fields on survival rate and spontaneous development of lymphoma in female AKR/J mice. BMC cancer 2004 Nov 11;4:77

- 脳：子の学習能力に影響なし

Prenatal exposure to 900 MHz, cell-phone electromagnetic fields had no effect on operant-behavior performances of adult rats. Bioelectromagnetics 2000 Dec;21(8):566-74



未だ、報告数は少なく、今後、子の造血能・免疫能・繁殖能についての検討が必要