

研究報告書

厚生労働科学研究費補助金  
障害者政策総合研究事業 分担研究報告書

「デジタル機器及びソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）の使用がメンタルヘルスに与える影響の解明のための研究」

研究要旨：電磁波の人体への影響に関しては、1980年代から多数の研究があり、基地局からの大量暴露、携帯電話の通話時間、基礎実験などの手法が用いられて、神経生理、睡眠、気分、精神神経への影響が検証されている。臨床的にはおおむね影響は最小限であるが、一部の研究と基礎実験では気分や睡眠への悪影響、核酸や蛋白発現への影響が報告されている。最近の研究で注目すべきはWiFi暴露の影響で、今のところ有害事象は報告されていない。暴露する電磁波は多様化と増大化しつつあり、引き続き検証が必要である。

研究分担者 満倉 靖恵

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科・教授

A. 研究目的

本研究の目的はデジタル機器及びソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）の使用がメンタルヘルスに与える影響を解明することである。

B. 分担研究方法

「デジタル機器が発する電磁波による健康障害」に関する研究論文のレビューを行った。

C. 研究結果と考察

1 生活環境内の電磁波と健康障害

電磁界への曝露に起因する症状は、1970年代から報告されており、2010年の疫学研究によると、一般人口における有病率は1.5～4%とされ、皮膚症状、神経症状（めまい、疲労、頭痛など）、睡眠障害、認知障害などが報告されている[1] (IC1)。Röösliら(2010)の調査した17のレポートの多くは携帯の基地局による電

波と病理症状について短期的には関連性がないという結果となっているが、長期的な関係性については十分な検証がなされていない懸念がある[2] (IC2)。

G.Abdel-Rassoulら(2007)は携帯電話基地局の周辺にある電磁放射に暴露した85名の住民と80名の対照の健康状況を比較した結果、暴露グループの住民では頭痛、記憶問題、眩暈、うつ症状、睡眠障害が多く、特に聴覚テストには対照グループよりスコアが明らかに低かった[3] (VC1)。Heinrichら(2010)は、2年間に渡って大量の電磁界曝露による1484名の子供と1508名の青年の健康への影響を調べ、頭痛や、苛立ち、集中への悪影響が顕著に増加していたが、これらの増加は限定的な条件でのみ有意であり、また電磁波の線量との関連性が見られなかったことから、電波による健康への悪影響は偶発的に生じるものであるとの見解にとどめている[4] (VC1)。

Lowden ら(2011)は、終夜睡眠ポリグラフ検査を用いて、携帯電波の曝露による睡眠への影響を調査し、睡眠ステージ2の時間増加、ステージ3、4の時間減少への影響と、睡眠時脳波の $\alpha$ 帯域の増加、SWSの障害を示したが、これらの変化による被験者の自覚症状変化はなかった[5](III C1)。Mohler ら(2010)の1375名に対する高周波電磁界への日常的曝露に対する研究でも、高周波電磁界と睡眠障害や日中の眠気に関する関連性は認められなかった[6](V C2)。

Bagheri ら(2019)は、慢性的な極低周波電磁場への曝露が、睡眠の質、ストレス、抑うつ、不安に及ぼす影響を調査した結果、被曝者は非被曝者に比べて有意に睡眠の質が悪く、うつ状態も非暴露群よりも暴露群の方が有意に重度であったことから、電磁界曝露の増加は、ストレス、うつ病、不安の増加と直接かつ有意な関係があるとしている[7](V C1)。

Redmayne ら(2013)の疫学研究では、無線局の近くに住んでいたり、携帯電話を頻繁に使用したりすることによる電磁波への曝露が、うつ病のリスクを高めることが示唆されたが、因果関係は不明瞭であった[8](V C2)。

日中の電磁界曝露を測定した8~12歳のドイツの研究(2011)では、電磁界曝露量と疲労やその他の慢性症状との間に統計的に有意な相関は見られなかった[9](V C2)。

Augner ら(2012)の研究では、737名の被験者に対して、電磁界と頭痛の関係性について調査を行った結果、17件中8件のケーススタディで頭痛の報告があったが、電磁界と頭痛の関連性は全体的にわずかであり、有意ではなかった[10](V C2)。

Wiedemann ら(2005)は、電磁界に関連する一般の人々を安

心させる予防措置目的での勧告は、逆に幸福感を下げる場合がある事を示し、電磁界のリスクの認識を増幅させ、懸念を引き起こし、人々の幸福感を損なう可能性があるとした[11](VIC1)。

Repacholi ら(1997)は、電磁界による身体的、精神的、社会的健康被害が統計的に有意ではないとしても、数は少なくとも自覚症状の報告がなされていれば、それらを無視するべきではないと述べている[12](VIC1)。

Li ら(2014)は、310人の検査員と300人の物流スタッフを被験者として、神経行動テストに対する送電線周波数の影響の短期測定を行ったが、対照群と比較して統計的有意差はなかった[13](III C2)。

Berk ら(2006)は、地磁気嵐活動と自殺との相関関係を検証するため、男性51,845名、女性16,327名を対象として調査した結果、女性の自殺は地磁気活動が同時進行している期間に有意に増加することが判明したが( $P=.01$ )、男性にはそのようなパターンは見られなかった( $P=0.16$ )ため、EMF(electromagnetic fields)が人間の精神に及ぼす影響について懸念が示されている[14](IV C1)。

Ahlbom ら(2001)は、電磁界曝露の影響について、筋萎縮性側索硬化症(ALS)、アルツハイマー病、自殺、うつ病との関係性を調査した結果、電磁界曝露の影響が多い電気事業の仕事がALSのリスクの増加に関連している可能性を示す比較的強いデータがあり、アルツハイマー病は、電磁界との関連性に関するデータの組み合わせはALSよりも弱く、自殺は、全体的な評価として関連性の裏付けは弱く、うつ病は、評価はより複雑

であるが、それでも全体的な結論的には証拠が比較的弱いとした [15](VC2)。

1996年、Sandyk(1996)は多発性硬化症 (MS) 患者の治療法として、微弱な電磁波を3例に行い、弱い電磁波がMS患者の網状体の感覚運動統合の異常を回復させる可能性があるとした[16](VC1)。

## 2 電磁波を使用した基礎実験

Ntzouniら(2011)は、マウスの Object Recognition Task (ORT)実験によって、携帯の電波による影響と、再認記憶プロセスの統合段階との間に強い相互作用がある可能性を示唆し、電磁波は、ORT 記憶課題に関与する内嗅皮質-海馬領域を結ぶ情報伝達経路に影響を与えると述べている[17](IV C1)。Folettiら(2009)は、低周波電磁界が、細胞の増殖や分化等のいくつかの細胞機能に影響する可能性を示し[18]、他にも、DNA合成(2002)[19]や、RNA転写(1983)[20]、タンパク質発現系(1988)[21]への影響を示す報告がある(IVC1)。

## 3 無線周波電磁界 (RF-EMF: radiofrequency electromagnetic fields)

Koivistoら(2000)は、携帯電話から放出される902MHzの電磁場の影響の可能性を48名の健常者を対象として検討した結果、単純反応時間の短縮、アラーム課題や暗算課題の時間が短縮されたことから、電磁場への曝露は、脳機能のうち注意と情報操作の部分に促進的な影響を及ぼす可能性が示唆された[22](IVC1)。無線周波電磁界のもと10人の若い男性参加者と6回の宿泊実験泊を行った睡眠研究(2007)では、参加者の認知機能(神経心理学的テストに基づく)、睡眠パラメータ、パワースペクトル、相関次元(脳波解析の一方)解析結果に

有意な差は見られなかった[23](VC2)。

Thomasら(2010)は、子供や青年における無線周波(RF)電磁界(EMF)の影響を観察し、無作為に選ばれた1,498人の子供と1,524人の青年を対象としドイツ版

Strengths and Difficulties Questionnaire

(SDQ)を用いて評価した結果、青年では全体的な行動上の問題と関連していたが

(オッズ比2.2, 95%信頼区間1.1~4.5),

子供では関連していなかった(1.3, 0.7~

2.6) [24](IVC2)。Schoeniら(2015)は、青

少年の記憶力が無線機器の使用、RF-

EMF、または放射線以外の関連要因によっ

て影響を受けるかどうかを調査した結果、

合計439名の青少年が参加し、携帯電話の

累積通話時間と、RF-EMFの脳内線量およ

び全身線量との間のカップ係数は、それぞ

れ0.62と0.67であり、RF-EMFへの曝露

が記憶能力に影響を与えるとした[25](IV

C1)。Augnerの研究(2009)では、57人の成

人参加者の幸福度と心理的状态とを測定し

た結果、GSM基地局の信号への短期的な暴

露は、心理的覚醒を軽減することで幸福度

に影響を与える可能性があるとしている

[26](VC1)。2011年5月に世界保健機関

(WHO)の国際がん研究機関

(International Agency for Research on

Cancer)は、周波数範囲30kHz-300GHz

の非電離放射線を放射する機器からのRF

放射は、グループ2B(ヒトに発がん物質の

可能性)と判定し、がん以外にも神経疾

患、嗜癖、認知、睡眠、行動の問題への影

響が考えられるとHardellはコメントして

いる[27](VIC2)。

Mandalàら(2011)は、携帯電話の電磁波

にさらされると、術中に音響で誘発され

る蝸牛神経複合活動電位 (CNAP) の劣化を引き起こすという証拠を発表した[28](VC1)。しかし、Mandalàらの同様の実験(2014)で、Bluetoothでは有意な影響はみられなかった[29](VC2)。

#### 4 Wi-Fi

A. Bueno-Lopezら(2021)は、終夜のWi-Fi (2.45GHz) への曝露が、睡眠依存性の記憶統合に与える影響と、それに関連する生理学的相関を30人の若い男性(平均±SD年齢: 24.1±2.9歳)に対し検討した結果、感情記憶と手続き記憶はRF-EMF曝露の影響を受けていなかった[30](VC2)。

健康な若い男性34名(平均±SD年齢: 24.1±2.9歳)を対象に、睡眠検査を実施した研究(2019)では、実験期間は5泊で、刺激は2.4GHzのWi-Fiとした結果、Wi-Fi曝露下で観察された睡眠時脳波の振幅のわずかな生理的变化は、睡眠の自覚的評価にも客観的測定結果にも反映されておらず、急性のRF-EMF曝露は睡眠の質にはおおむね影響を与えないことがわかった[31](VC2)。

#### 5 まとめ

電磁波の人体への影響に関しては、1980年代から多数の研究があり、基地局からの大量曝露、携帯電話の通話時間、基礎実験などの手法が用いられて、神経生理、睡眠、気分、精神神経への影響が検証されている。臨床的にはおおむね影響は最小限であるが、一部の研究と基礎実験では気分や睡眠への悪影響、核酸や蛋白発現への影響が報告されている。最近の研究で注目すべきはWiFi曝露の影響

で、今のところ有害事象は報告されていない。曝露する電磁波は多様化と増大化しつつあり、引き続き検証が必要である。

#### 6 文献

- 1) Johansson, Amanda, et al. Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electromagnetic hypersensitivity. *Journal of psychosomatic research* 68.1 (2010): 37-45.
- 2) Rössli, Martin, et al. Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bulletin of the World Health Organization* 88 (2010): 887-896.
- 3) G. Abdel-Rassoul, O. Abou El-Fateh, M. Abou Salem, A. Michael, F. Farahat, M. El-Batanouny, E. Salem, Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations, *NeuroToxicology*, Volume 28, Issue 2, 2007, Pages 434-440
- 4) Heinrich, Sabine, et al. Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study. *Environmental health* 9.1 (2010): 1-9.
- 5) Lowden, Arne, et al. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone - related symptoms. *Bioelectromagnetics* 32.1 (2011): 4-14.

- 6) Mohler, Evelyn, et al. Effects of everyday radiofrequency electromagnetic-field exposure on sleep quality: a cross-sectional study. *Radiation Research* 174.3 (2010): 347-3
- 7) Bagheri Hosseinabadi, Majid, et al. The effect of chronic exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields on sleep quality, stress, depression and anxiety. *Electromagnetic biology and medicine* 38.1 (2019): 96-101.
- 8) Redmayne M, Smith E, Abramson MJ. The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross-sectional study. *Environ. Health* 12.90.(2013)
- 9) Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K: The impact of exposure to radio frequency electromagnetic fields on chronic wellbeing in young people: A cross-sectional study based on personal dosimetry. *Environ Int*, 37.1 (2011):26–30.
- 10) Augner C, Gnamb T, Winker R, Barth A: Acute effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on subjective well-being and physiological reactions : A meta-analysis. *Sci Total Environ*, 424, (2012):11–15
- 11) Wiedemann, Peter M., and Holger Schütz. The precautionary principle and risk perception: experimental studies in the EMF area. *Environmental health perspectives* 113.4 (2005): 402-405.
- 12) Repacholi, M. H., and Elisabeth Cardis. Criteria for EMF health risk

- assessment. *Radiation Protection Dosimetry* 72.3-4 (1997): 305-312.
- 13) L. Li, D. F. Xiong, J. W. Liu, Z. X. Li, G. C. Zeng and H. L. Li, No effects of power line frequency extremely low frequency electromagnetic field exposure on selected neurobehavior tests of workers inspecting transformers and distribution line stations versus controls, *Australas Phys Eng Sci Med* vol. 37, no. 1, pp. 37-44, 2014.
- 14) M. Berk, S. Dodd and M. Henry, Do ambient electromagnetic fields affect behaviour? A demonstration of the relationship between geomagnetic storm activity and suicide, *Bioelectromagnetics* vol. 27, no. 2, pp. 151-155, 2 2006.
- 15) Ahlbom, Anders. Neurodegenerative diseases, suicide and depressive symptoms in relation to EMF. *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association* 22.S5 (2001): S132-S143.
- 16) R. Sandyk, Application of weak electromagnetic fields facilitates sensory-motor integration in patients with multiple sclerosis, *Int J Neurosci* 1996 Mar;85(1-2):101-10.
- 17) Ntzouni, M. P., et al. Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. *Pathophysiology* 18.3 (2011): 193-199.
- 18) Foletti, Alberto, et al. Cellular ELF

signals as a possible tool in informative medicine. *Electromagnetic Biology and Medicine* 28.1 (2009): 71-79.

19) Tian F, Nakahara T, Yoshida M, Honda N, Hirose H, Miyakoshi J. Exposure to power frequency magnetic fields suppresses X-ray-induced apoptosis transiently in Ku80-deficient xrs5 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 292.2 (2002): 355-361.

20) Goodman R, Basett C, Henderson A. Pulsing electromagnetic fields induce cellular transcription. *Science* 220.4603, (1983): 1283.

21) Goodman R, Henderson A. Exposure of salivary gland cells to low-frequency electromagnetic fields alters polypeptide synthesis. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America* 85.11, (1988): 3928.

22) M. Koivisto, A. Revonsuo, C. Krause, C. Haarala, L. Sillanmäki, M. Laine and H. Hämäläinen, Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans, *Neuroreport* vol. 11, no. 2, pp. 413-415, 2 2000.

23) G. Fritzer, R. Göder, L. Friege, J. Wachter, V. Hansen, D. Hinze-Selch and J. B. Aldenhoff, Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects, *Bioelectromagnetics* vol. 28, no. 4, pp. 316-325, 5 2007.

24) S. Thomas, S. Heinrich, R. Von Kries and K. Radon. Exposure to radio-frequency electromagnetic fields and behavioural problems in Bavarian children and adolescents, *Eur J Epidemiol* vol. 25, no. 2, pp. 135-141, 2 2010.

25) A. Schoeni, K. Roser and M. Rössli, Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents, *Environ Int* vol. 85, pp. 343-351, 12 2015.

26) C. Augner, M. Florian, G. Pauser, G. Oberfeld and G. W. Hacker, GSM base stations: Short-term effects on well-being, *Bioelectromagnetics*. vol. 30, no. 1, pp. 73-80, 1 2009.

27) L. Hardell, Effects of Mobile Phones on Children's and Adolescents' Health: A Commentary, *Child Dev.* 2018 Jan;89(1):137-140.

28) V. Colletti, M. Mandala, P. Manganotti, S. Ramat, L. Sacchetto and L. Colletti, Intraoperative observation of changes in cochlear nerve action potentials during exposure to electromagnetic fields generated by mobile phones, *J Neurol Neurosurg Psychiatry* vol. 82, no. 7, pp. 766-771, 7 2011.

29) M. Mandalà, V. Colletti, L. Sacchetto, P. Manganotti, S. Ramat, A. Marcocci and L. Colletti, Effect of bluetooth headset and mobile phone electromagnetic fields on the human auditory nerve, *Laryngoscope* vol. 124,

no. 1, pp. 255-259, 2014.

30) A. Bueno-Lopez, T. Eggert, H. Dorn, G. Schmid, R. Hirtl and H. Danker-Hopfe, Effects of 2.45 GHz Wi-Fi exposure on sleep-dependent memory consolidation, J Sleep Res vol. 30, no. 4, 8 2021.

31) H. Danker-Hopfe, T. Eggert, H. Dorn and C. Sauter, Effects of RF-EMF on the Human Resting-State EEG—the Inconsistencies in the Consistency. Part 1: Non-Exposure-Related Limitations of Comparability Between Studies, Bioelectromagnetics vol. 40, no. 5, pp. 291-318, 7 2019.

#### D.健康危険情報

無し

#### E.研究発表

##### 1. 論文発表

無し

##### 2. 学会発表

北沢 桃子, 綾木 雅彦, 三村 将, 満倉 靖枝, 松隅 信一郎, 根岸 一乃. デジタル機器や SNS の使用が眼や精神の健康に与える影響. 学術展示 48-6, 第 76 回臨床眼科学会, 2022.10, 東京