

疫学研究の動向



国立保健医療科学院 生活環境研究部

牛山 明

最近発行された海外政府機関の見解

Recent Research on EMF and Health Risk

- 9th report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2014
- Published by “Swedish Radiation Safety Authority (SSM)”
- スウェーデンのこの報告書では、近年の電磁界と健康に関する研究について、周波数帯毎にレポートを行っている。
- 本プレゼンテーションはこのレポートに基づき作成した。

妊娠・出産

Mahram, M. & Ghazavi, M. The effect of extremely low frequency electromagnetic fields on pregnancy and fetal growth, and development. Arch Iran Med 16, 221-224 (2013).

- 送電線の25m以内に居住しているELF高ばく露群の妊婦（222名、平均0.3 μ T）と対照群（158名、平均0.04 μ T）
- 妊娠期間、新生児体重、新生児身長、頭囲長、奇形などに差は見られない。
- 研究の限界：交絡因子の検討が不十分。コホート参加者の参加プロセスが不明確（参加バイアス？）

子の発達

Huang, J., et al. Association between exposure to electromagnetic fields from high voltage transmission lines and neurobehavioral function in children. PLoS one 8, e67284 (2013).

- 横断研究 中国・広州市の小学生生徒 437名(9~13才)
- 2つの小学校 低ELF校(中央値 $0.03\mu\text{T}$) 高ELF校(同 $0.2\mu\text{T}$) (家庭環境の質問票からの推定値)
- 児童の健康指標・家庭環境などには差がみられない。
- 4種のコンピュータテスト(Visual retention test, reaction time, digit symbol, persuit aiming test)では高ELF校の生徒が低い得点であった。
- 研究の限界:地域性による差、交絡因子の影響

小児がん

Jirik, V., Pekarek, L., Janout, V. & Tomaskova, H. Association between childhood leukaemia and exposure to power-frequency magnetic fields in Middle Europe. *Biomedical and environmental sciences : BES* 25, 597-601 (2012).

- 症例対照研究（小児白血病） チェコ居住者
- 磁界強度は実測による。 症例群79名、対照群79名
- 0.4 μ T以上の対象者が症例群で13名、対照群で14名であり、西欧諸国と比べ比較的高ばく露の子が多い。
- ばく露のオッズ比の増加は見られない。
- 研究の限界：選択バイアス、対象者の選定プロセスが不明格

小児がん

Lagorio, S., et al. Exposure to benzene and childhood leukaemia: a pilot case-control study. *BMJ Open* 3(2013).

- 小児白血病 46 症例 60対照
- 空気中のベンゼン濃度（ベンゼン代謝物）の測定に基づく因果関係の予備的調査。ベンゼン濃度は季節別、屋内外別など多くの測定を実施。
- ベンゼン濃度とELF-EMFには弱いながら正の相関($\beta = 0.177$ 、 $p=0.002$)が認められる。
- 研究の限界：症例者のELF-EMFレベルが必ずしも高くない。例数が少ない。

小児がん

Keegan, T.J., et al. Case-control study of paternal occupation and childhood leukaemia in Great Britain, 1962-2006. British journal of cancer 107, 1652-1659 (2012).

- 父親の職業と小児白血病の調査
- 症例対照研究 症例16764名、対照16764名
- 全ての小児白血病についてOR 1.08(95%CI 0.98-1.19)
- その他の白血病 OR 1.64(1.14-2.38)
(急性リンパ性白血病、急性骨髄性白血病を除く)
- 研究の限界: 職業別のばく露評価の信頼性(古いデータを使っている?)

小児がん

Sermage-Faure, C., et al. Childhood leukaemia close to high-voltage power lines--the Geocap study, 2002-2007. British journal of cancer 108, 1899-1906 (2013).

- フランス 症例対照研究 症例2779名 対照30000名
- ばく露評価 自宅近く高圧送電線との距離により分類
- OR 1.2 (95%CI 0.8-1.9) (50m以内vs以上)
- 送電線電圧が“非常に高い(225-400kV)”かつ、50 m以内に居住している場合(GISシステムで居住場所の精度を上げた)に限ると、OR 4.1 (95%CI 1.3-13.3) ただし症例5、対照8
- 研究の限界: 実際のばく露の実測を行っていない。

小児がん（プール解析）

Swanson, J. & Kheifets, L. Could the geomagnetic field be an effect modifier for studies of power-frequency magnetic fields and childhood leukaemia? Journal of radiological protection : official journal of the Society for Radiological Protection 32, 413-418 (2012).

- 地磁気が修飾的な作用をしているか否かを検証
- 過去の11の疫学結果を検討（日本を含む）
- 地磁気は22～57 μ Tと幅があるが、特に関連性は見られない。

小児がん(プール分析)

Schuz, J., et al. Extremely low-frequency magnetic fields and survival from childhood acute lymphoblastic leukemia: an international follow-up study. Blood cancer journal 2, e98 (2012).

- 9つの疫学研究の結果をフォローアップして、急性リンパ性白血病の患者の生存について検討
- 症例は3073名
- 患者の生存に対するELF-EMFの強さは関係が見られない。
- 研究の限界: 研究論文当時のばく露評価を適用、患者の現在の居住環境などは未調査

成人がん

Elliott, P., et al. Adult cancers near high-voltage overhead power lines. *Epidemiology* 24, 184-190 (2013).

- 症例対照 白血病(7823名)、脳神経腫瘍(6781名)、悪性黒色腫(9153名)、乳がん(58404名)
- 対照は(EMFとの関係が疑われていない)消化器系のがん患者
- ORはいずれのがんも有意差はない。

成人がん

- Sorahan, T. Cancer incidence in UK electricity generation and transmission workers, 1973-2008. Occupational medicine 62, 496-505 (2012).
- イングランド・ウェールズの電力会社の従業員コホート 81842名 対照は一般市民 標準化した発生率で比較
- 脳腫瘍は対照群とほぼ同じ。
- 白血病は対照群よりも低い。
- その他いくつかのがんについては増加している場合もあるが、交絡などの調整の考慮が必要。(例)皮膚がん＝屋外の仕事が多いため)
- Health worker effectも考慮。

成人がん

- Rodriguez-Garcia, J.A. & Ramos, F. High incidence of acute leukemia in the proximity of some industrial facilities in El Bierzo, northwestern Spain. *Int J Occup Med Environ Health* 25, 22-30 (2012).
- スペイン国内の高度に工業化した地域における急性白血病の発生率を調査。
- 工業化地域の中心部(5km以内、10km以内)で高い発生率が認められる。
- しかしながら、ELF-EMFは発生源から離れると急激に減衰することから、他の要因がある可能性がある。
- 例えば空気汚染の問題があるがそれらは考慮していない。

成人がん

Li, W., et al. Occupational exposure to magnetic fields and breast cancer among women textile workers in Shanghai, China. American journal of epidemiology 178, 1038-1045 (2013).

- 上海市の500以上の繊維工場の女性267000名のコホート調査
- 1763名の乳がん患者について、職種毎の磁界ばく露量との関連性について検討
- 関連性はない。
- 多くの先行研究と同様、乳がんとELF-EMFとの関連は認められない。

成人がん(メタ分析)

Chen, Q., et al. A meta-analysis on the relationship between exposure to ELF-EMFs and the risk of female breast cancer. PloS one 8, e69272 (2013).

- 乳がんのメタ解析 23個の研究について
- オッズ比 1.07(95%CI 1.02-1.13)
- 過去のメタ解析(15研究)では、0.99(0.9-1.09)であったのでほぼ同様である。

成人がん(メタ分析)

Sun, J.W., et al. Electromagnetic field exposure and male breast cancer risk: a meta-analysis of 18 studies. Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP 14, 523-528 (2013).

- 男性の乳がんのメタ分析(18研究)
- RR 1.32(95%CI 1.14-1.52)
- (乳がんのうち男性が占める割合は1%程度であり希な疾患であり、出版バイアスが存在する可能性がある。)

神経疾患

Frei, P., et al. Residential distance to high-voltage power lines and risk of neurodegenerative diseases: a Danish population-based case-control study. American journal of epidemiology 177, 970-978 (2013).

- デンマーク
- 神経変性疾患、特に、アルツハイマー病に注目。
- 送電線から50m以内居住者のハザード比は1.04 (0.69-1.56)
- 75才以下にアルツハイマーと診断された例では、ハザード比が上昇1.92 (0.95-3.87)、ただし例数が少ない。
- その他の神経変性疾患についても、有意差はない。

神経疾患

Das, K., Nag, C. & Ghosh, M. Familial, environmental, and occupational risk factors in development of amyotrophic lateral sclerosis. N Am J Med Sci 4, 350-355 (2012).

- ALS患者患者の症例対照研究 症例110名、対照240名
- 過去に強いELF-EMF環境にいたと考えられる症例はない。
- 電気ショックや傷害を経験した者について、オッズ比5.8(1.4-34.5)
- その他、喫煙や都市の居住、殺虫剤や農薬のばく露によってもオッズ比の上昇が見られる。

神経疾患（メタ分析）

Vergara, X., et al. Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and neurodegenerative disease: a meta-analysis. J Occup Environ Med 55, 135-146 (2013).

- 職業的ばく露と神経変性疾患に関する42の文献のメタ解析
- 弱い関連性
 - 運動ニューロン疾患（筋萎縮性側索硬化症） RR1.26, 1-1.44
 - アルツハイマー病 RR1.27, 1.15-1.4
- その他は相関がなし。

心血管疾患

Koeman, T., et al. Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort study. Occupational and environmental medicine 70, 402-407 (2013).

- 症例コホート研究 120852名の参加者
- 1996年までの10年間で8200名の心疾患の死亡
- 職種毎のばく露マトリックスを用いて、電磁界ばく露との関係を調べたが、関連性は認められず。
- 先行研究とおおむね一致した結果。

その他

- 自動車産業従事者とELF-EMFレベルと健康 (Liu, 2013).
- 架線作業従事者と染色体凝集、微小核形成 (Balamurakrishnan,2012)
- 歯科治療器具のEMFと血中ストレスマーカー (Mortazavi, 2012)
- 変電所職員の血液の免疫活性、生化学指標 (Touitou,2012&2013)

- いずれもネガティブ

極低周波の疫学まとめ

- 近年の疫学研究におけるELF-MFとがんの関係は先行研究を裏付ける結果である。
- 大規模なプール解析からは、小児白血病の生存率にELF-MFばく露は影響されないという結果もあるが、対象者の誤分類の可能性も指摘。
- 成人がんでは、大規模コホート研究から因果関係のあるがんはない。
- デンマークのコホートからアルツハイマーのリスクは見られないという結果。対象者が少なすぎるという指摘も。
- アルツハイマーとALSの疫学結果は電気ショックとの関連性の調整がされておらず、今後の課題である。

中間周波数帯の疫学

- 中間周波数帯の疫学研究は報告がない。