

〈生体電磁環境に関する研究戦略検討会〉

～細胞研究の変遷と中長期的ロードマップ～

京都大学
宮越順二

平成30年3月12日

〈電磁環境生体影響評価研究の分類と特徴〉

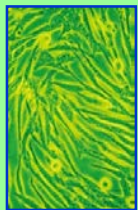
(ヒトへの影響評価)



(ヒト・疫学)
(高)

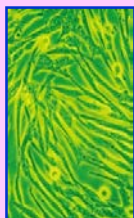


(動物)



(細胞)
(低)

(実験条件や環境
(精度))



(細胞) (高)

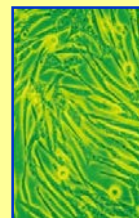


(動物)



(ヒト・疫学)
(低)

(研究期間)



(細胞)
(短)
(~5年)



(動物)
(3~8年~)



(ヒト・疫学) (長)
(5~10年以上~)

〈過去20年程度(1990年代後半～現在)の 高周波帯域における細胞研究〉

“ほとんどの研究は発がんとの関与を評価する指標”

(主な評価指標)

- ◎遺伝毒性：
(Genotoxic) 染色体異常、小核形成、DNA鎖切断、
突然変異など
- ◎非遺伝毒性：
(Non-genotoxic) 細胞増殖、DNA合成、細胞周期、
遺伝子発現(特にHSP、がん遺伝子)、免疫能、
シグナル伝達、アポトーシス、など

〈高周波帯域におけるこれまでの研究成果 まとめと、そこから見えるもの〉

(まとめ)

“遺伝毒性、非遺伝毒性ともに、一部の論文で陽性の結果を示す報告はあるものの(特に、機能的変化としてのストレスタンパク発現増加など)、多くは、非熱的条件下においては、電波の影響としては認められていない。

(IARCの評価)

細胞研究での発がんメカニズムについては、弱い証拠(Weak mechanistic evidence)と評価した。

(結果から見えるもの)

非熱的条件下で、DNA損傷を引き起こすことはほぼ考えられないが、タンパク発現のような機能的影響については、現在までのところ完全に否定することはできない。

〈中長期的(5年間、5～10年間、10～20年間)な細胞(遺伝子)研究の方向性〉 (その1)

1. 現在～5年間

- ◎ これまでの細胞(遺伝子)研究の流れをほぼ継続した領域での評価指標を用いた研究と考えられる。新しい周波数帯の電波(5Gや中間周波数帯など)が生活環境に汎用化されることになれば、特に発がん性への影響を主体として、実施する必要がある。
- ◎ これまでの主な研究対象となってきた周波数帯においては、エピジェネティック(いわゆるDNAの塩基損傷を伴わない)な発がん性への影響の有無を検証する必要がある。

〈中長期的(5年間、5～10年間、10～20年間)な細胞(遺伝子)研究の方向性〉 (その2)

2. 5～10年間

- ◎ 全細胞(Whole cell)を対象とした研究から、その主体的流れは遺伝子レベルへ移行する期間と考えられる。
- ◎ がんの発症率は大きく変化しないが、がんの治癒率は現在よりさらに改善されることが予想される。むしろ、難病としての、多くの人々の健康についての関心事は、発がんに加えて、神経変性疾患(アルツハイマー病、パーキンソン病など)などとなるであろう。

また、これら疾患の細胞や遺伝子レベルの機構解析も急速に進むと考えられ、健康影響としての細胞・遺伝子研究が、がんと共に神経変性疾患も大きな割合を占める可能性がある。脳に関しては、他臓器からの情報伝達分子が血液脳関門(BBB)を通過できるかできないかで、かなり制御されていることから、10年以上も前に問題提起された「電波のBBB機能への影響」が再燃する可能性もある。

このころには、iPS細胞(人工多機能性幹細胞)の樹立や応用についてもさらに向上し、生体影響分野の細胞(遺伝子)研究において、対象となる実験材料として、利用できる可能性も高くなるであろう。

〈中長期的(5年間、5～10年間、10～20年間)な細胞(遺伝子)研究の方向性〉 (その3)

3. 10～20年間

◎ 1980年代から、さらに21世紀に入って以来、生命科学の目覚ましい発展が続いている。現在から10年以降について考えた場合、これまで未解明であった多くの難病の発症メカニズムや治療法、関与する遺伝子とその役割・機能など、かなり解明が進んでと行くと予想される。

◎ つまり、ヒトの疫学研究や動物実験研究と比較して、細胞や遺伝子レベルの研究の重みが、これまでよりさらに増していると考えられる。電波影響研究の方向性としても、多くの人々が関心を持つ難病と関与している遺伝子への影響の有無など、細胞・遺伝子研究で、より精度の高い影響評価が求められるであろう。

＜電磁環境の生体影響評価における細胞(遺伝子)研究のロードマップ＞ (まとめ)

年代	1190年後半～現在	現在	現在～5年後	5年～10年後	10年～20年後
対象周波数帯	高周波帯(数100MHz～数GHz)		高周波帯 超高周波帯 (ミリ波、テラヘルツ波) 中間周波帯(数100kHz)	高周波帯 超高周波帯 中間周波帯	高周波帯 超高周波帯 中間周波帯 (+ α の周波数帯??)
対象疾患と細胞研究の主な指標	<p>◎がん</p> <p>◎遺伝毒性試験 染色体異常、小核形成、DNA鎖切断、突然変異など</p> <p>◎非遺伝毒性試験 細胞増殖、DNA合成、細胞周期、遺伝子発現(特にHSP)、シグナル伝達、アポトーシス、免疫能など</p>		<p>◎がん</p> <p>◎遺伝毒性試験 染色体異常、小核形成、DNA鎖切断、突然変異など</p> <p>◎非遺伝毒性試験 細胞増殖、DNA合成、細胞周期、遺伝子発現(特にHSP)、シグナル伝達、アポトーシス、免疫能など</p> <p>エピジェネティクス評価</p>	<p>◎がん</p> <p>◎神経変性疾患</p> <p>◎遺伝毒性試験 染色体異常、小核形成、DNA鎖切断、突然変異など</p> <p>◎非遺伝毒性試験 細胞増殖、DNA合成、細胞周期、遺伝子発現(特にHSP)、シグナル伝達、アポトーシス、免疫能など</p> <p>◎対象疾患に関与する遺伝子への影響研究</p> <p>◎対象疾患に関与する情報伝達分子への影響研究</p> <p>↓</p> <p>◎iPS細胞の利用</p>	<p>◎がん</p> <p>◎神経変性疾患</p> <p>◎新しい難病(?!)</p> <p>◎疫学や動物研究で解析不可能な遺伝子解析やiPS細胞の利用が評価研究の主体となる</p>