

京都大学全学共通講義 平成21年度前期

科目名：自然の不思議を探る：文系・生命科学系向け現代物理学

担当教員名：吉川 研一（理学研究科 物理学専攻）

村瀬 雅俊（基礎物理学研究所 統計動力学分野）

講義ノート：村瀬 雅俊 担当分

日時： 毎週木曜日 第2時限

E-mail: murase@yukawa.kyoto-u.ac.jp

Tel: 075-753-7013: Fax: 075-753-7010

第10回 ‘先天的’発達障害と‘後天的’行動障害

1. 生体・環境汚染による‘先天的’発達障害と‘後天的’行動障害

これまでの議論から、外界からの刺激が視覚的なものであっても、聴覚的なものであっても、化学的なものであっても、情報伝達経路の中にあつては、同じような反応連鎖を伴うことが理解できる。

例えば、細胞レベルで見ると、異なる生体ホルモンは、異なる受容体を持つそれぞれの細胞によって特異的に認識される。ところが、それ以降の情報伝達は、セカンド・メッセンジャーと呼ばれる細胞内の情報伝達分子によって営まれる。そして、このセカンド・メッセンジャーは、細胞によらず、基本的に共通—すなわち、非特異的—なのである。そして、この非特異的な情報伝達の結果として引き起こされる細胞応答は、細胞の分裂であったり、別のホルモン物質の分泌であったりと特異的になるのである。従って、仮に、セカンド・メッセンジャーによる情報伝達経路のどこかが、外来の化学物質の作用部位になるとすれば、生体ホルモン作用が引き起こされてしまうことになる。ここに、化学物質の‘内分泌攪乱（いわゆる、環境ホルモン）作用’が生じる所以がある。そして、細胞増殖が引き起こされれば発がん作用が顕在化し、女性ホルモンの分泌が亢進すれば‘メス化’するといったように、さまざまな現象が顕在化する。仮に、特定周波数の電磁波も化学物質の場合と同じように、情報伝達経路に作用するならば、ホルモン作用を引き起こす危険性が考えられる。

また、脳神経系レベルでは、視覚、聴覚、触覚などの入力刺激は、すべて神経細胞の活動度に‘翻訳’されてしまう。そのために、入力刺激の質的な差異は消滅してしまうのである。そこで、仮に、脳神経系における基本的な情報伝達過程そのものが、化学物質や電磁波といった入力刺激によって影響を受ける

とするならば、細胞レベルで考察した場合と同じように、ホルモン様作用がより巨視的な時間・空間スケールで現れることになる。この場合は、脳神経系というより高次のシステムへの作用であるために、多様な生体反応として、学習・認識・記憶・行動への影響が懸念される。

これまでに、人工化学物質に関して捉えられてきた生体・環境汚染に対する全体的描像が、電磁波をもふくめた複合的な生体・環境汚染に対する理解を深める、ある種の‘理想モデル’として位置づけられるのではないかと私は思う。そこで、次に、化学物質汚染の歴史と現状を眺めてみたい。

20世紀の化学・技術の発展によって、人類は次々と新しい化学物質の製造と使用を続けてきた。その結果、レイチェル・カーソンが古典的名著『沈黙の春』においていち早く警鐘を鳴らしていた事態—すなわち、人工化学物質による生体・環境汚染がまねく生物の形態および行動の異常という事態—が、シーア・コルボーンの著書『奪われし未来』において決定的となり、今や、人工化学物質の内分泌攪乱（環境ホルモン）作用による遺伝子発現の異常として捉えられるようになってきた（黒田洋一郎、2003）。

特に、複雑な構造と機能を担う脳神経系では、生来の生体ホルモンがもつ生理活性作用によって、遺伝子発現カスケードが微妙な調整を受けており、それによって、先天的な構造・機構系が決定されている。それに加えて、外界からの刺激によって生ずる神経活動変化に依存して、遺伝子発現が調節を受けており（フィッシュバック、1992）、この機序が、後天的な学習・記憶・刷り込みをはじめとする脳の高次機能の発達を決定している。

子どもの行動異常、学習障害、多動性、自閉症、あるいは若者の無気力、無関心、粗暴性、痴呆症などが大きな社会問題となってきた。その原因の1つとして、環境汚染化学物質が、行動や学習に対して影響を与えている可能性が無視できなくなってきた。（黒田洋一郎、2003）

“化学的”な環境汚染に加えて、人工電磁場である“物理的”な環境汚染が深刻化している。この、いわゆる“複合汚染”による生体や人体への影響に関する研究は、ほとんど手つかずの状態と言える。→ **Emergent disease**

認知科学の前提

「すべての人間の認知プロセスは、
環境によらず基本的にみな同じである」
もし、この前提が間違っていたら？
同じ対象を見ているにも同じように知覚されず、私たちの世界認識の普遍性に対するこれまでの常識が一変してしまうのではないだろうか。

環境：内部環境、外部環境、それらの組み合わせ

情動は知覚に影響する。しかし、その影響は系統的でない。逆に、知覚は情動に影響する。

芸術の力は、まさにそこにある。

（リチャード・グレゴリー、神経生物学者）

人工化学物質による内分泌攪乱作用として、化学物質がホルモン受容体を介した遺伝子発現を攪乱し、受精卵の細胞分裂にはじまる発生過程に影響を与えることが明らかになってきた。脳神経系への化学物質の影響を考える際には、上記のようなホルモン受容体を介した先天的な遺伝子発現の攪乱とともに、外界からの刺激に基づく神経活動依存性の後天的な遺伝子発現の攪乱もある。

近年、我が国でも、学習障害、注意欠陥多動性障害、自閉症などが、少子化とともに増加する傾向にあることが、報告され、社会問題となっている。ところが、従来までは、こうした社会性の低下、学習意欲の低下、学力の衰退などは、家庭のしつけ、教育制度の問題、また、少子化に至っては、育児と仕事の両立が可能となるような社会制度のあり方の問題と考えられてきた。しかし、能登春男・能登あきこ（1999）や黒田洋一郎が強調するように、環境化学物質による先天的および後天的遺伝子発現の攪乱が、発達障害・行動障害・不妊の原因とも考えられる。

黒田洋一郎によると、学習障害、注意欠陥多動性障害、自閉症などに関して、子どもによって症状が多様であるばかりでなく、異なる複数の症状を、さまざまな組み合わせで持つことから、診断に困難を極めるといった問題があった。この多様性の発現こそ、生体のもつ同一刺激に対する反応の多様性が、‘環境ホルモン作用’において増幅していることをあらわしていると言えるのではないだろうか。また、こうした視点は、電磁波の生体への影響を考える際にも、その機序の解明に向けて、光を投げかけてくれると思われる。