

《小論文》

蛍光灯とLED灯は何が違うか

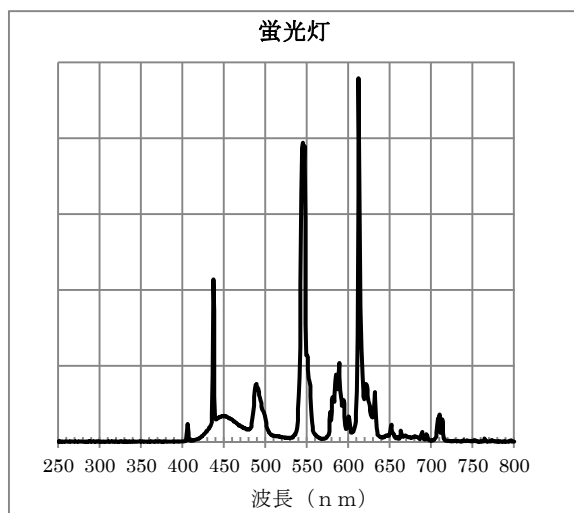
— 子どもの健康面からの考察 —

< 著 者 > 株式会社ベストエコロジー
代表取締役 (元・宮崎大学客員教授)
山 城 眞

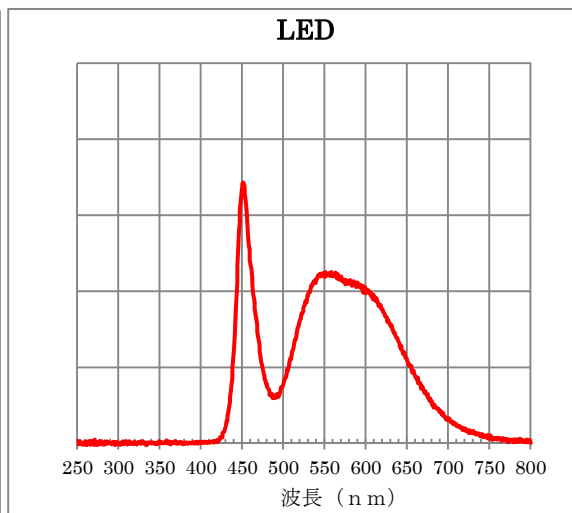
< 鑑 修 > 宮崎大学名誉教授 (元・宮崎大学工学部教授)
工学博士 黒 澤 宏

< 共同研究 > 宮崎大学准教授 (産学・地域連携センター)
(スペクトル測定) 工学博士 甲 藤 正 人

蛍光灯光のスペクトル



LED 灯光のスペクトル



(紫外線領域レベルの拡大スペクトルは本文中)

蛍光灯とLED灯は何が違うか

— 子どもの健康面からの考察 —

《目次》

1.	人間は太陽の光の中で進化してきた	3
2.	電磁波の波長と光の種類	4
3.	人工的な光の利用（蛍光灯とLED）	6
4.	電磁波による健康障害	7
5.	光による健康障害	8
6.	アクリル板による紫外線吸収	9
7.	LED灯による省エネコスト試算	11
8.	蛍光灯とLED灯はここが違う	12
9.	震災時に発生した蛍光灯の問題	14
10.	人工的な電磁波による複合汚染	14
11.	人工的な電磁波に関する脳波測定	18
12.	子どもにとって、教室の光はどうあるべきか	20
13.	今後の課題	23
	《参考文献》	24

蛍光灯と LED 灯は何が違うか

— 子どもの健康面からの考察 —

1. 人間は太陽光の中で進化してきた

人間は、太陽の光がなかったら「生きて行けない」ことを否定する人はいないだろう。地球上に生命が誕生してから約 40 億年とされている。その間、人間は太陽の光に適応しながら進化してきたと考えることができる。太陽の光は通常 7 色に分けて受け止められている。それは、**光の波長が異なる**ことによって色の区別が生じるからである。

太陽の光の中で、人間が緑として眼で感じ取る光は、生命の進化に大きな影響を与えてきている。進化の過程で誕生した植物は、葉緑体と呼ばれる物質を作り出し、光合成という仕組みを完成した。

光合成という仕組みについては、ある程度学術的に解明されている。しかし、現代科学といえども、光合成のメカニズムは完全には解明されていない。

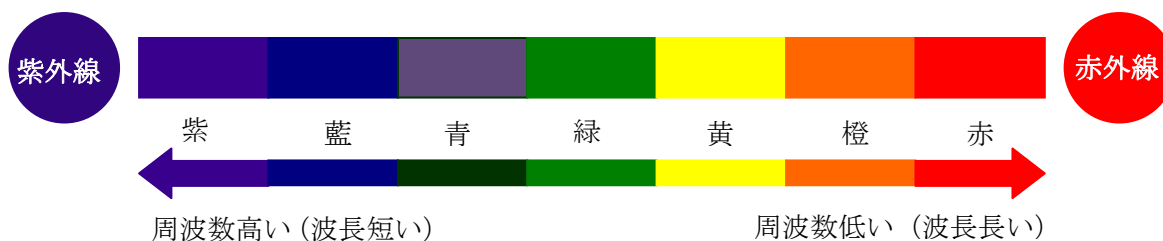
光のエネルギーと葉緑体を利用して、水と二酸化炭素から**デンプン**と**酸素**を作るのが光合成である。この光合成を人工的に起こさせる研究が進みつつある。これが成功すると、世界中の食糧問題は一気に解決するであろう。

植物が光合成によって作った栄養分（デンプン）を横取りして生き延びたのが動物である。中には、その動物を食べて生き続けている動物もいる。人間は、両方を適度に食べている最も進化した動物といえる。

人間にとって、太陽の光によって緑として眼で感じ取る光は、「食べ物」の根底を支える大切な光といえる。光を感じ取る人間の眼は、緑として感じ取ることに最も適応して進化して来たというのである。

面白いことが報告されている。夕方、薄暗くなった時、人間が一番識別できるのが**緑色**であり、赤色などは識別しにくいとされている。確かにそうである。これは、誰でも簡単に確かめることができるので、一度、意識して実験してみるとよい。

人間の生命活動と光との関係は、まだ未解明の部分が残されている。特に、光と生体反応の関係については、今後の大きな研究テーマとなっている。



< 可視光線 >

2. 電磁波の波長と光の種類

<電磁波とは何か>

電磁波というのは、電気の流れをつくる**電界**（電場）と磁石がつくる**磁界**（磁場）が**繰り返す波**と受け止めるとよい。

電界・磁界・電界・磁界と繰り返しながら波のように振動して伝わっていくので**電磁波**と表現している。振動する波の大きさを**波長**と呼び、1秒間に何回振動しているかを表したのが**周波数**である。波長と周波数を掛けたものが光の進む速さ（光速）に等しくなる。

光も電磁波の一種類である。人間は、一定の波長（周波数）の電磁波を目で光として感じ取ることができるように進化してきた。

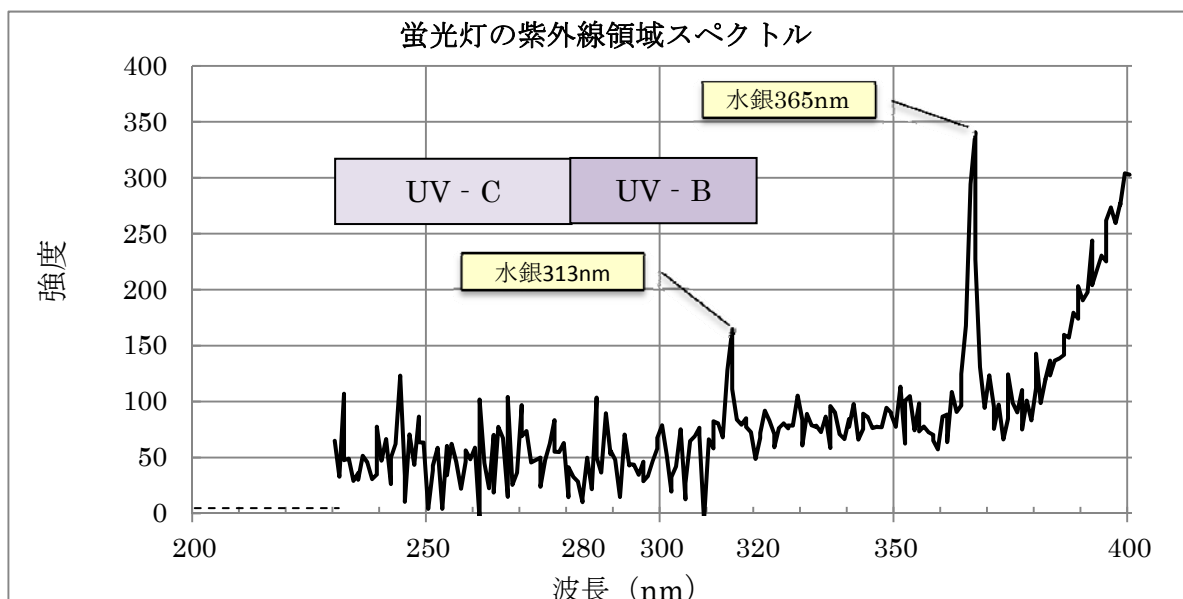
人間が目で感じ取ることのできる光を**可視光線**と呼んでいる。太陽の光には、可視光線以外の電磁波がふくまれている。紫より波長が短い（周波数が高い）光を**紫外線**と呼んでおり、赤より波長が長い（周波数が低い）光を**赤外線**と呼んでいる。

<紫外線の問題>

人間は、紫外線や赤外線を目で感じ取ることにはできない。最近の研究では、カラスは赤外線を感じ取っていると報告されている。黒いビニール袋の中に肉を入れておいても、外から**肉を選択**して取り出すからである。

人間が紫外線を感じるのは日焼けしたときである。そのときの波長は、**280～320nm**（ナノメートル）とされている。1mmの1/1000が**1 μ m**（マイクロメートル）であり、その**1 μ m**の1/1000が**1nm**（ナノメートル）であるから、ちょっとイメージしにくい数字である。このときの紫外線は「**UV-B**」とよばれている。日常的に使用している蛍光灯は、水銀が発生する**313nm**と同じ波長の紫外線を放出している。

UV-Bは、蛍光灯に使用しているガラス管を通過してしまう。そのため、蛍光灯の照明下では「**健康問題が発生する**」という指摘がなされ、安全宣言に対する議論が続いている。更に、蛍光灯のスペクトルを測定すると、**365nm**の紫外線も放出していることが分る。



< 「UV-C」と呼ばれる紫外線 >

太陽の光の中では、「UV-C」と呼ばれる 280nm より短い波長の紫外線が含まれている。この紫外線は細胞を破壊する作用がある。しかし、地球を取り巻くオゾン層によって吸収（カット）され、地上の生命活動に障害は発生しないとされてきた。近年このオゾン層の破壊が進み、人間のみならず地球上の生命活動に障害が発生するのではないかと心配されだした。ただし、蛍光灯に使用するガラス管は、300nm より短い波長を吸収（カット）する。したがって、280nm より短い波長の紫外線を吸収（カット）するため、UV-C による被害の心配は不必要である。

< 紫外線の有効利用 >

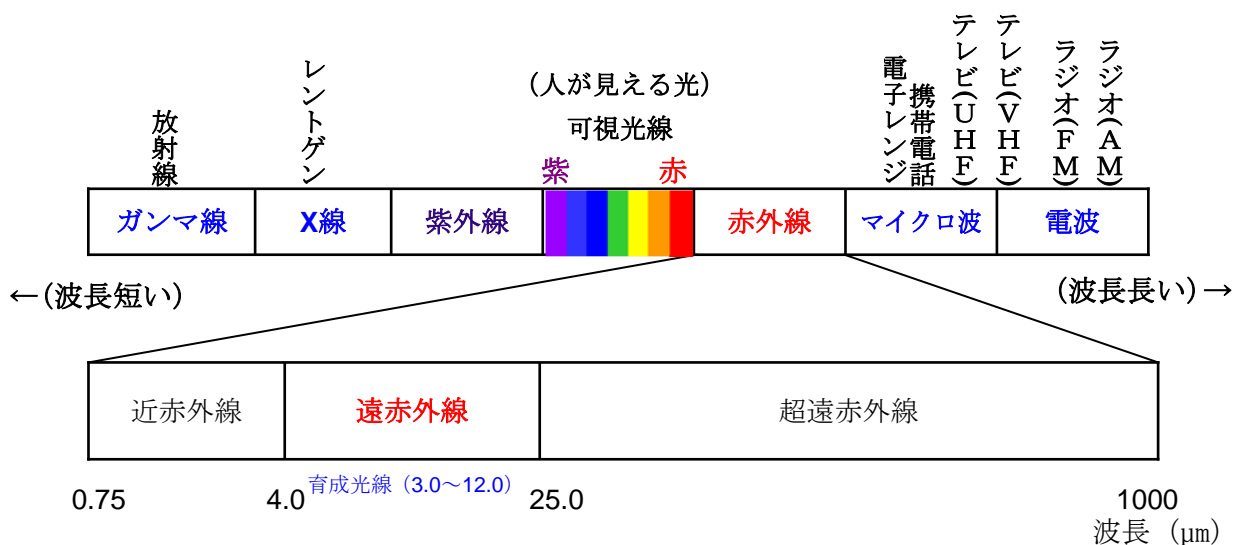
近年、紫外線を有効利用する技術開発が進んでいる。生命活動を脅かす波長の光なら、逆に殺菌灯に利用できると考えられたのである。「UV-C」と呼ばれる紫外線は、石英ガラス管を通過することができる。したがって、石英ガラス管を使用した「UV-C」の殺菌灯が誕生することになった。

< 赤外線の有効利用 > (資料出展 <http://www.izu.co.jp/~fujitec/aboutfir.htm>)

太陽の光を浴びると暖かい。これは、熱線とも呼ばれる赤外線的作用である。長い間、人間の生命活動に最も影響を与えているのは可視光線と考えられてきた。中でも、緑の光は特に重要な光として研究され続けてきた。こうした考え方に対して、アメリカのNASAが育成光線理論を発表したのである。

人間の体温は、平均 36.5℃とされている。長い進化の中で太陽の光の赤外線（熱線）に対応して生命活動を維持する仕組みになったと考えられている。NASAは、この36.5℃の時の水と有機物の分子運動から発生する電磁波の追求を行っている。

地球上の生命は、水と有機物によって支えられている。人間が進化の中で身につけた体温維持の波長は、約 10μm (9.6μm) の遠赤外線であるというのである。NASAは、このレベルの光を育成光線と名付けて発表した。



< 電磁波の種類 >

太陽が放射する光のうち、地球上に達する遠赤外線は **3.5 μ m と 10 μ m** を頂点とする 2 つの波長帯であるとされている。他の波長の赤外線は大気に吸収されて、地表には届いていない。NASA は、生命の源である **水と有機物** は約 **3.0~12 μ m** の遠赤外線を吸収する仕組みになっていると発表した。

NASA の発表当時は、この育成光線理論はあまり取り上げられなかった。しかし、現在ではセラミックや特別な岩石などを加熱して、遠赤外線を利用する技術開発が進んでいる。

人間の生命活動については、まだまだ未解明の部分が多く残されている。NASA が発表した育成光線理論は、今後の研究開発に新しい手がかりを与えてくれたと言ってよいだろう。

3. 人工的な光の利用（蛍光灯と LED 灯）

< 蛍光灯の開発 >

人間は経済を発展させ、文化的な生活を求めるようになった。地下のような太陽の光が届かない場所や夜間でも光が必要になってきた。そこで誕生したのが、人工的な光の利用である。**蛍光灯**はその代表的な発光機器とってよい。ガラス管の中に**水銀の蒸気**を入れ、水銀から発生する紫外線によって蛍光物質を光らせる技術である。

タングステンに電流を流して温度を上げて光を出す電球に対して、画期的な技術として世界中に普及した。水銀から発生する紫外線の**デメリット**より、圧倒的に経済性と利便性が歓迎されたからである。

< 発光ダイオードの開発 >

蛍光灯は、放電により水銀から紫外線を発生させ、その紫外線によって蛍光剤を発光させる仕組みになっている。その時の電気エネルギーは、大部分が**熱エネルギー**として消費されている。光エネルギーとして変換される量は 20%程度とされている。省エネ時代には適さない面が存在していた。

この課題解決に着目したのが**発光ダイオード (LED)** である。半導体を利用し、電子（電気）のエネルギーを直接光エネルギーに変換する技術である。したがって、電気エネルギーが熱エネルギーとして**浪費**される量は、蛍光灯に比べるとはるかに少ない。省エネ時代には理想的な技術として評価された。

< LED 灯の開発 >

この発光ダイオード(LED)は、数 mm のサイズの小さなものであり、そこから強い光が出てくる。この小さな LED を横に並べて管の中に納めて、蛍光灯のような照明器具に利用したのが **LED 灯** である。見た目は蛍光灯とあまり変わらない。しかし、まず管の材質が異なっている。蛍光灯は発熱するためなどの理由により、ガラス管を利用しているが、LED 灯は発熱の心配がない為、**アクリル管**を使用している。

アクリルはガラスに比べてはるかに軽量である。そして、概ね 380nm より短い波長の紫外線を吸収する能力をもっている。ということは、発光ダイオード自体、紫外線を放出しないことから考えると、限りなく**紫外線放出 0** の照明器具ということになる。

<エネルギー問題と環境問題>

現在、蛍光灯は法律によって廃棄物処理が定められている。一番の問題は水銀処理の問題である。水銀が自然界に放出されると、微生物によって有機水銀化されることが分かってきた。有機水銀は、人間にとって強い毒性を示す。

水俣病は、工場排水に含まれていた水銀が有機水銀に変化し、食物連鎖によって発生した公害病である。水銀の問題は、紫外線放出だけではなく、深刻な環境汚染につながる可能性が存在していることになる。

人工的な光の利用を中止することは難しい。新しい技術による LED 灯の登場は、エネルギー問題、環境問題の両面において歓迎されるであろう。

4. 電磁波による健康障害

人間が進化の過程で対応した電磁波は、太陽の光の可視光線と赤外線が中心である。結果として、特別に波長の短い放射線や X 線には対応できる仕組みは出来上がっていない。そのため、進化の頂点に立った現在でも、時には放射線や X 線によって生命を失うことが発生する。

紫外線を含めて、波長の極めて短い電磁波は、生命活動にダメージを与えることを十分に承知しておかなければならない。一方、赤外線より波長の長いマイクロ波と呼ばれる電磁波が利用されるようになった。代表的な利用が電子レンジと携帯電話である。日本では、マイクロ波は一定基準を満たせば特に問題なしとされている。しかし、ヨーロッパ各国では様々な問題が指摘され続けている。

電子レンジは、マイクロ波で水の分子運動を盛んにして水の温度を上げる原理である。水の温度を上げることによって、食品に含まれる有機物に熱が伝わりクッキングが可能になる。電子レンジで発生している電磁波は、人間の体もクッキングする可能性がある。安全性に関する議論の争点である。電子レンジを利用してクッキングする場合、利用者は少し離れていた方が安全だろう。

そういえば、携帯電話で長話すると耳のあたりが熱くなったり、頭が痛くなったりすることがある。一部の学者は、マイクロ波によるクッキング作用と同じことであると説明している。携帯電話の問題は、一時期日本のマスコミでも取り上げられた。最近では、多機能を持ったスマートフォンが人気を呼んでいる。しかし、安全性の議論はされているが、市民レベルでは利用上の便利さが先行しているというのが現実である。

情報化社会である。便利さや合理性を求めることは良いことである。しかし、自然現象の中で長い時間をかけて進化してきたのが人間である。急に人工的な現象に対応しようとしても無理が発生する可能性がある。

最近では、波長の長い電波による健康障害も指摘されるようになった。電波塔に関して裁判が続いているケースもある。

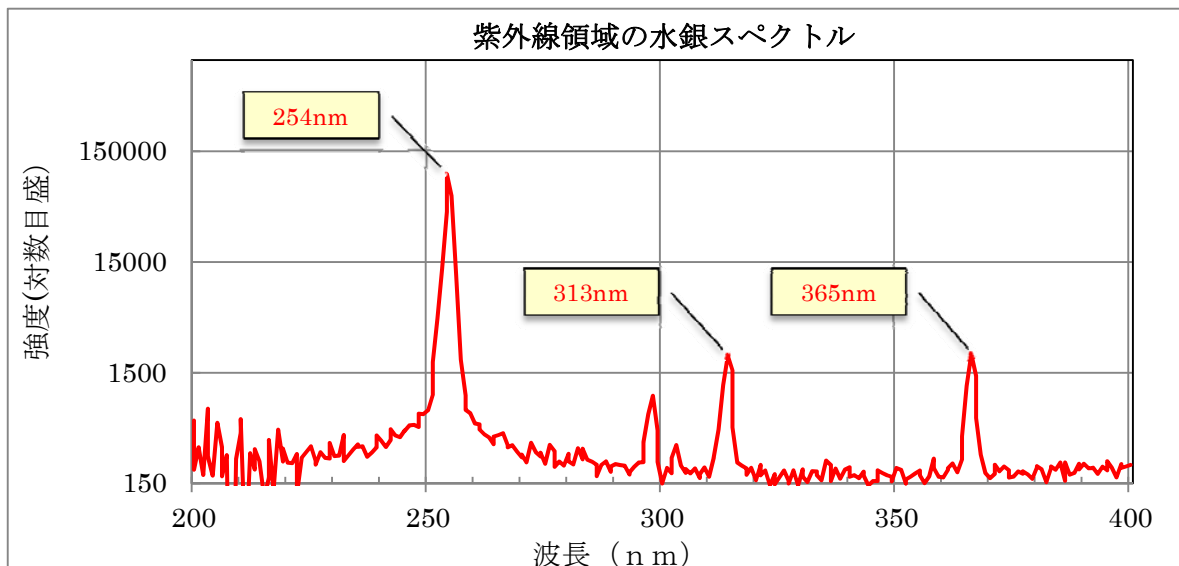
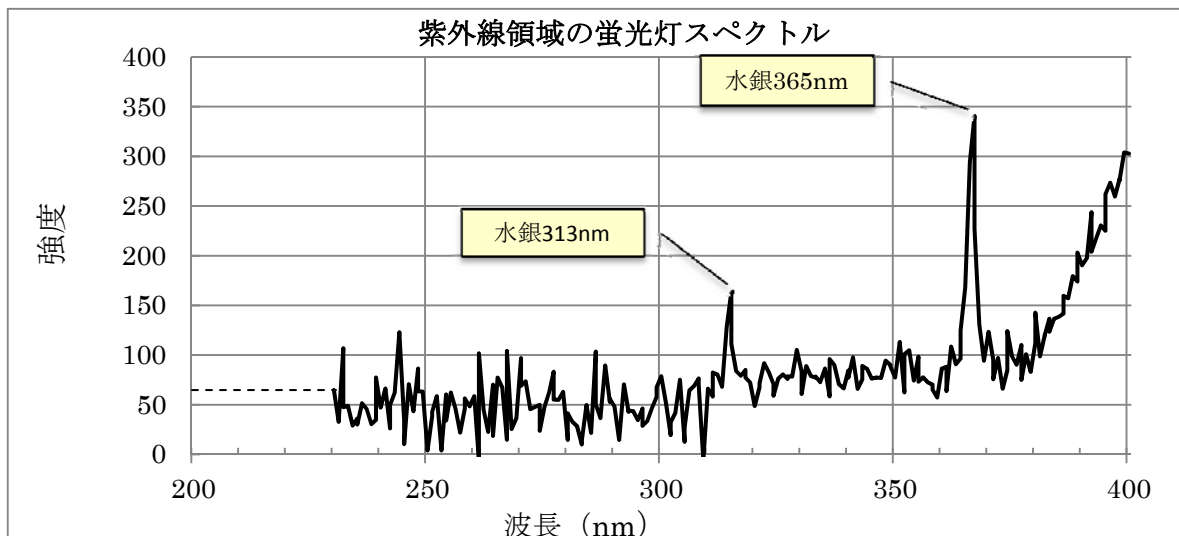
現在、人工的な電磁波の利用は合法的に利用されている。しかし、過去の歴史の中で「合法性と安全性」が一致していなかった事は何度も経験している。公害の問題、薬害の問題はその代表的な例である。

電磁波は直接目で見ることができない、現代社会は人工的な電磁波の洪水の中で生活していることと同じである。こうした新しい人工的な生活現象の中で「人間はうまく適応できるかどうか」進化論の視点でも議論していく必要がある。

5. 光による健康障害（蛍光灯が放出する紫外線）

学問上の定義は別として、一般的に光として認識しているのは、**紫外線・可視光線・赤外線**の三種類である。その中で、**健康障害**として取り上げられているのが紫外線である。人間が紫外線にさらされると**活性酸素**の問題が発生し、様々な健康障害につながる。電磁波としての紫外線の波長は、**200～400nm (0.2～0.4μm)**とされている。可視光線に比べて波長が短く、細胞の遺伝子に傷をつける可能性がある。その結果**発ガン**の可能性が指摘されている。

蛍光灯のスペクトルを測定すると、明らかに微弱ながら紫外線を放出していることが分る。313nmと365nmは**水銀のスペクトル**と同じである。



一方、水銀のスペクトルでは、**254nm**の紫外線も放出していることが分る。しかし、蛍光灯では確認することができない。これは、この波長域の紫外線は、蛍光灯内部の蛍光体および**ガラス管**によって吸収（カット）されるためである。自然界では、太陽の光の波長 **254nm** 波長域の紫外線は**オゾン層**で吸収されている。

人間が作り出した合成化学物質が、オゾン層を破壊していると指摘されだした。一部のマスコミ報道では、地球上の生命の絶滅につながるとされている。少々、オーバーな表現とは思いますが、理論的には全面否定できない報道といえる。

蛍光灯の光の中に紫外線が含まれていながら、その使用が制限されないのは、強度が弱く、また健康障害に関する臨床データが少ないからである。しかし、人間の体は正直に反応していることが分る。筋肉弛緩反応と呼ばれている反応である。

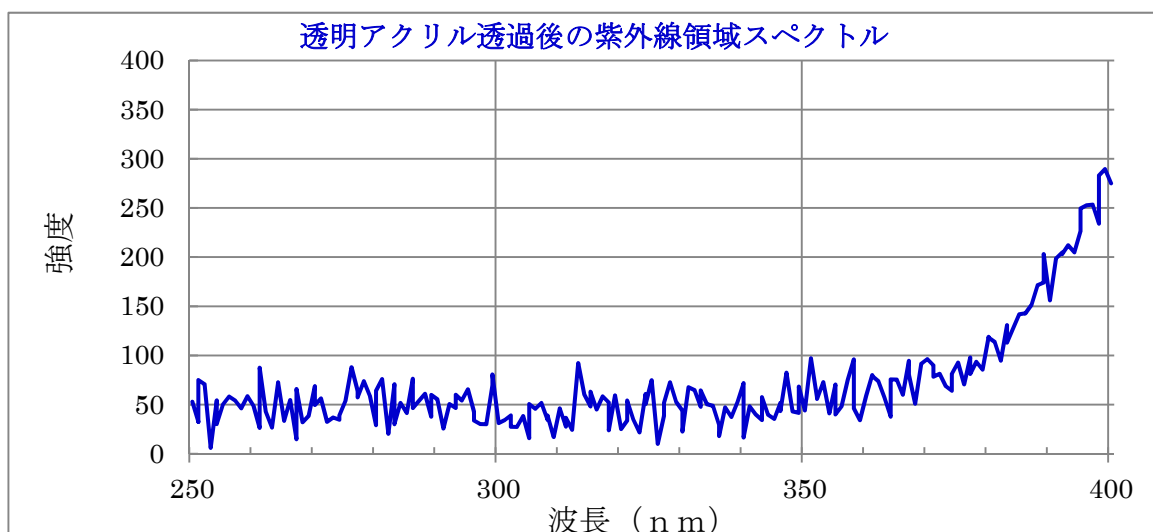
- ① 蛍光灯の光を見ないで、右手の薬指と親指で輪を作って、第3者に広げてもらうとよい。その時、薬指と親指の力を実感しておく。(注：人差し指ではない)
- ② 次に蛍光灯を見て、同じように薬指と親指の力を確認してみる。

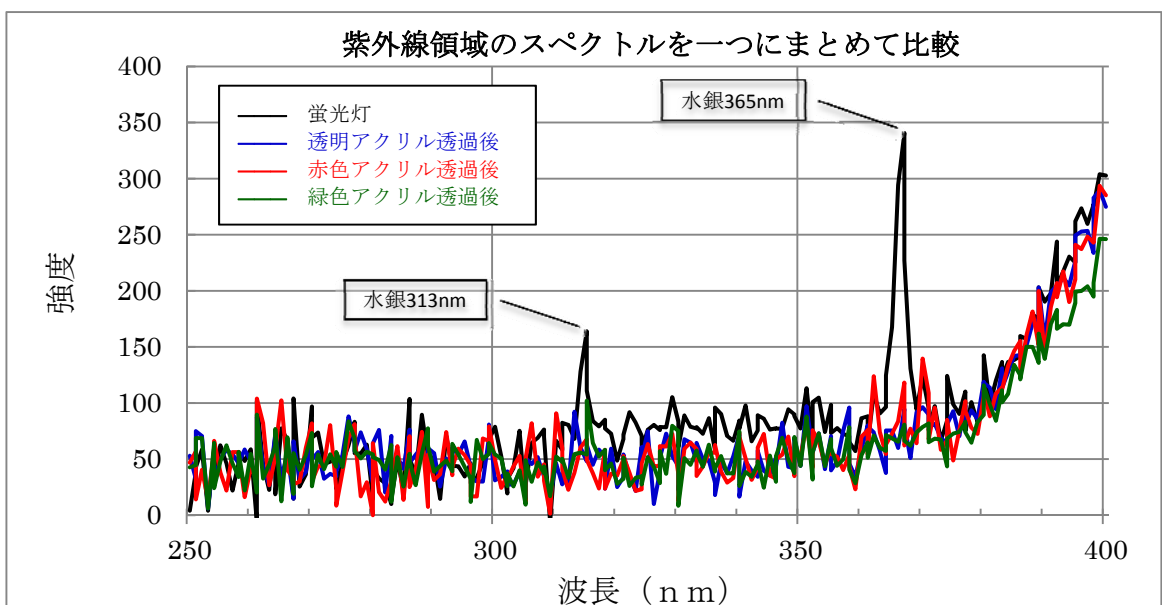
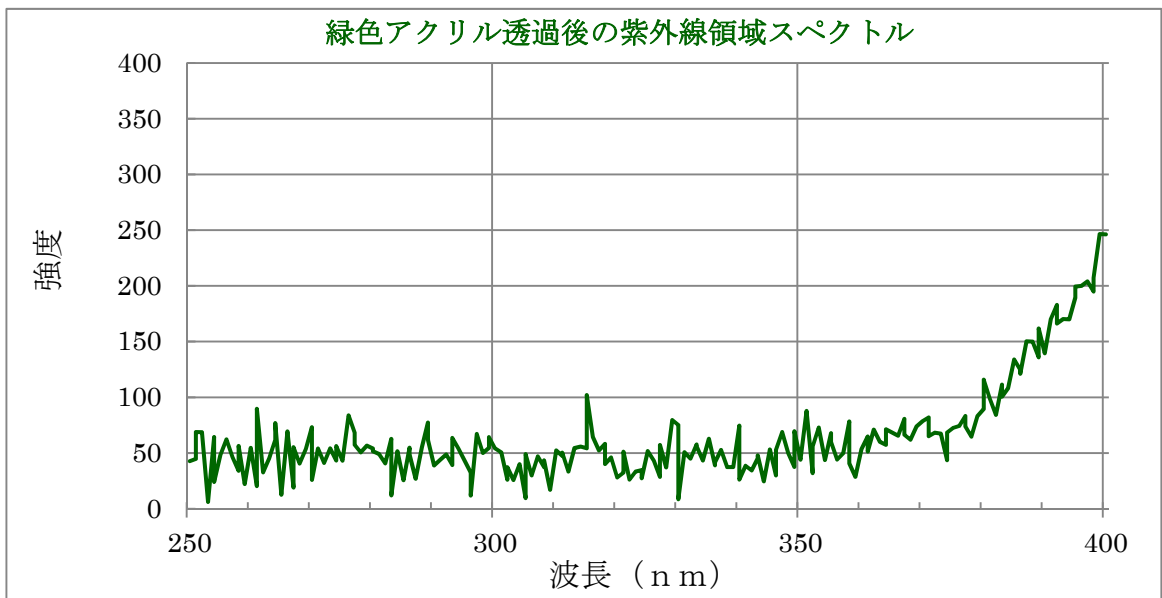
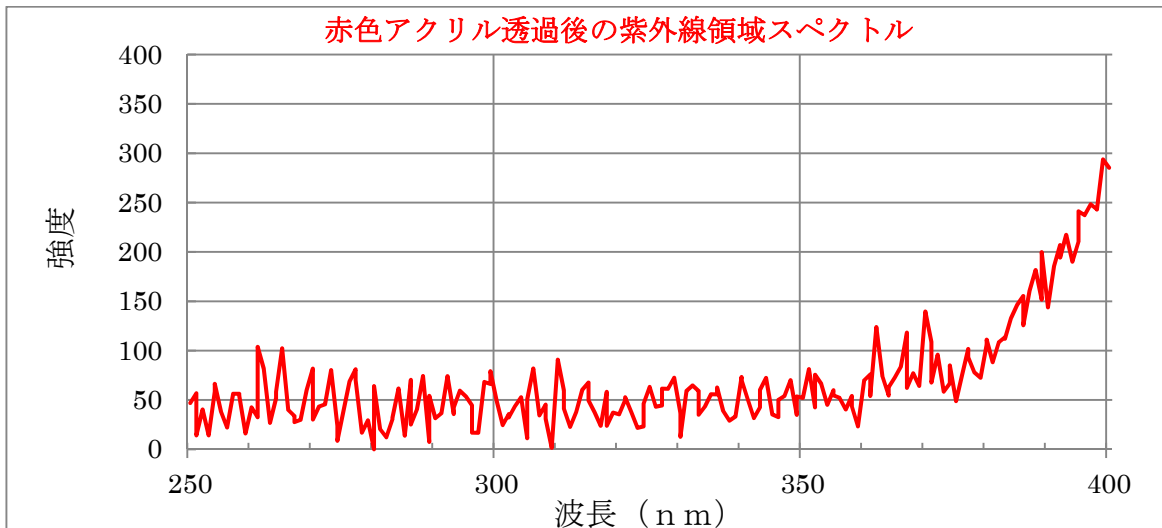
この方法は、現在の日本の学問上では取り上げられていない。したがって、正式な科学的手法と考えることはできない。しかし、市民感覚レベルではあるが、ほとんどの人が筋肉弛緩の事実を確認することができるであろう。何かが起こっていることだけは確かである。人間は、特に脳が発達している。筋肉弛緩を体感していても「安全である」「問題なし」として脳で判断してしまうことは可能である。

ネコがフグを食べない事実や、牛が毒草を食べない事実を、素直に学ぶべき時代がやって来ていると考える。「危険が証明されなければ安全とする」考え方より、「安全が証明されなければ危険の可能性はある」と受け止める必要がある。現在の日本の法的判断は、危険が証明されなければ「安全」として判断されている。この法的判断を尊重したとしても、蛍光灯から紫外線が放出されていることは事実である。

6. アクリル板による紫外線吸収

蛍光灯から放出されている紫外線が、アクリル板(LED灯管の素材)によって吸収(カット)されるかどうかスペクトル測定を行った。透明アクリル板、赤色アクリル板、緑色アクリル板を通過した蛍光灯の光は、明らかに水銀から放出される紫外線がカット(アクリル板に吸収)されていることが分る。





LED 灯は、**省エネ**として注目されている。原子力発電の問題や火力発電の二酸化炭素放出（地球温暖化）の問題が深刻になった現代は、LED 灯による省エネは「**救いの神**」と表現してもよいだろう。もし、日本中の蛍光灯が全て LED 灯に変わったら、原子力発電所の稼働を何機中止することができるだろうか。一度、国家的に試算して、日本の将来を展望する必要がある。これは、ビジネス以前の**国家戦略**である。

7. LED 灯による省エネコスト試算

LED 灯によって、どの程度省エネが試算できるのであろうか。**輸入品**の場合と**国産品**の場合では、インシヤルコストに違いがあるようだ。ただ、最初に普及した輸入品の品質に問題があるという指摘は多い。LED 灯は、**長期の連続使用**が可能とされている。

しかし、3年以内にトラブルの発生を経験した設置者は以外と多いことが分かった。そこで、品質が良いとされる**国産の LED 灯**を想定して試算してみることにした。

(1) 基本的な試算設定

- ① 通常 **45W**、**2本** 1組で蛍光灯器具が使用されている。LED 灯に変更する場合、**30W**、**1本**でほぼ同じ明るさが得られるようだ。（各国内メーカーほぼ共通）
- ② マーケットリサーチしてみたが、実際の設置価格はケースバイケースであることが分かった。今後の動向を想定して、1本（30W）**11,000円**をインシヤル価格として設定した。（メーカーによって差がある）
- ③ 点灯時間は、1日 10時間・年間 260日を設定した。これは、日本の大学内での使用を想定して試算した。年間点灯時間は、 $10 \times 260 = \mathbf{2,600}$ （時間）と仮定した。（点灯時間はケースバイケースである）
- ④ 電気料金の単価は 1kW 当り、**0.022円**として設定した。（一般的な料金）

(2) 節約できる電気代（LED 灯 1本当り）

- ① 蛍光灯の場合の電気代
 $90W \times 2,600 \text{ 時間} / \text{年} \times 0.022 \text{ 円} / \text{Wh} = \mathbf{5,148 \text{ 円} / \text{年}}$
- ② LED 灯の場合の電気代
 $30W \times 2,600 \text{ 時間} / \text{年} \times 0.022 \text{ 円} / \text{Wh} = \mathbf{1,716 \text{ 円} / \text{年}}$
- ③ 省エネとしての電気代（あくまでも単純計算）
 $5,148 \text{ 円} - 1,716 \text{ 円} = \mathbf{3,432 \text{ 円}}$

年間 **3,432円**の**省エネ**が試算される。

- ④ インシヤルコスト
 蛍光灯 45W2本を 1,000円とした場合、LED 灯 1本 11,000円との差が生じる。
 $11,000 \text{ 円} - 1,000 \text{ 円} = \mathbf{10,000 \text{ 円}}$
- ⑤ インシヤルコストの償却
 $10,000 \text{ 円} \div 3,432 \text{ 円} / \text{年} \approx \mathbf{2.9 \text{ 年}}$

約 **3年**でインシヤルコスト高を償却できる。

(3) 原価償却

LED 灯による概略の省エネコストを試算してみた。各メーカーにより異なると思うが、少なくとも **90W** の電力を **30W** の電力に節約できることは共通しているようだ。

蛍光灯に対して、LED 灯はインシヤルコストが高い。その差額を 1 本 10,000 円として試算した場合、**約 3 年で原価償却**できることになる。国内産の場合、10 年以上の耐用が見込まれている。理論的には、発熱作用がないため、もっと長期間利用できる可能性がある。

各メーカーが、技術力を向上させているので品質の良い LED 灯が提供されるであろう。例えば、10 年の耐用が可能とした場合、**7 年間の電気代がまるまる省エネ**として試算されることになる。

$$3,432 \text{ 円} \times 7 \text{ 年} = 24,024 \text{ 円 (7 年間)}$$

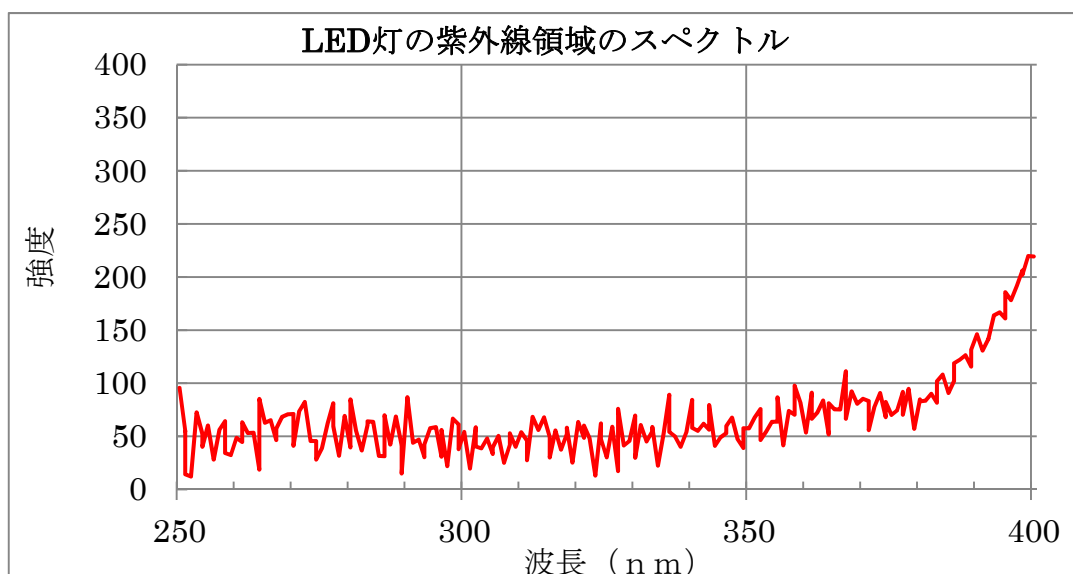
LED 灯 1 本につき 10 年で約 24,000 円の省エネが実現することになる。1 万本程度の施設はいくらでも存在している。10 年で約 2 億 4 千万円の省エネが試算されることになる。

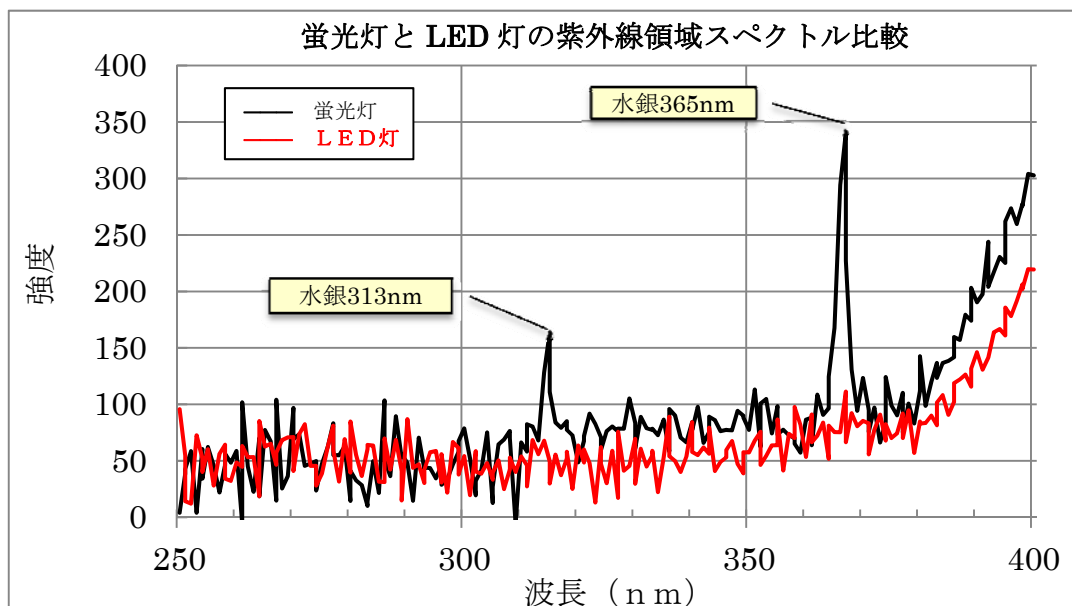
あくまでも単純計算による試算であるが、原子力発電に必要な費用を LED 灯の設置に投入すれば、様々な**国家的課題**が解決できると想定される。

LED 灯が大量生産されれば、当然低価格が実現する。各家庭での設置も普及するだろう。石油資源を持たない日本が、火力発電を継続できないことは誰でも分っている。すぐに取り組めることは **LED 灯の普及**である。**国家的戦略**を検討すべきである。

8. 蛍光灯と LED 灯はここが違う

LED 灯のスペクトル測定を行い、蛍光灯のスペクトル測定結果と比較した。LED 灯からは、紫外線の放出は確認されない。





	蛍光灯	LED 灯
発光原理	水銀の紫外線を利用	発光ダイオード(LED 灯)を利用
発熱	電気エネルギーの多くが熱エネルギーとして放出される	電気エネルギーのほとんどが光エネルギーとして利用される
光の点滅	1秒間に100~120サイクルで点滅(交流電源)	点滅なし(直流電源)
紫外線	水銀光による紫外線を放出	紫外線の放出なし
管の素材	<ガラス> ・割れやすい ・重い ・紫外線は通過する	<アクリル> ・割れにくい ・軽い ・紫外線を吸収(カット)する
同じ明るさを得るために必要な消費電力	90W (45W+45W)	30W
年間電気代(概算)	90W (45W+45W) の場合 5,148 円	30W の場合 1,716 円
設置コスト(概略)	1,000 円 (45W2 本)	11,000 円 (30W1 本)
定格寿命(時間)	12000 時間	40000 時間
廃棄処理(リサイクル)	・ガラス管の廃棄処理(リサイクル可能) ・水銀の特別廃棄処理	・アクリル管の廃棄処理(リサイクル可能) ・LED 灯のリサイクル又は廃棄処理

9. 震災時に発生した蛍光灯の問題

日本は、20年以内に阪神淡路大震災と東北大震災を経験した。あまりにも被害が大きく、マスコミの報道も忘れ勝ちになっている事が存在している。

その一つに**蛍光灯の問題**がある。天井に設置された蛍光灯が落下して、ガラスの破片が粉々になって散乱したケースが発生している。このガラスの破片は、小さくてするどく、**怪我をした人達**が多数発生している。

蛍光灯が割れた場合、当然中の**水銀の蒸気**も飛散することになる。例え微量であっても有害な重金属である。やっかいなことは、飛散した水銀がその後どのような環境汚染につながったのか、追跡調査が不可能に近いことである。

阪神淡路大震災の時は、野焼きによって発生した**ダイオキシン**の問題がのこされた。東北大震災では、**放射能**の問題が発生した。結果として、蛍光灯の水銀の問題が大きく取り上げられることはなかった。

しかし、鉄道関係や一部の企業では、蛍光灯の問題を「**防災**」の視点で検討することが行われている。落下という面では、軽くて割れにくい**アクリル管**が好都合である。例え落下しても、アクリル管が粉々になるケースはほとんどないであろう。勿論、水銀のような有害物質による**環境汚染**の問題は発生しない。

LED灯は、「**防災**」という新しい側面からも検討されるようになってきている。子どもが多数で生活する学校や幼稚園・保育所では、室内の**照明器具を防災**という視点からも検討する必要があるだろう。

10. 人工的な電磁波による複合汚染

蛍光灯の水銀から放射される**紫外線（電磁波）**による**健康障害**については、漠然とした指摘が続いているとあってよい。これは、蛍光灯以外の便利で経済性に優れた照明方法がなかったことも一つの理由である。

LED灯の商品開発によって、**照明器具を選択する**ことが可能になった。そこで改めて紫外線という電磁波の問題について考察してみたい。

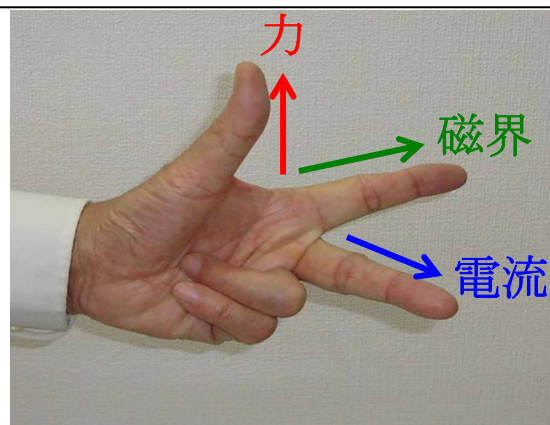
(1) 電磁波と生体反応

電流と磁気との作用については、電磁誘導や電磁力などの現象が発見されてきた。これらの現象を左手と右手を使って分り易く説明したものが、よく知られている「**フレミングの左手の法則、右手の法則**」である。

《フレミングの左手の法則》

- 磁界の中で、導線に電流を流す。
- 導線に、右の図の方向に力が働く。
- 電磁波の磁界であっても、同じ原理が働く。

(一般的に知られているのが
左手の法則)

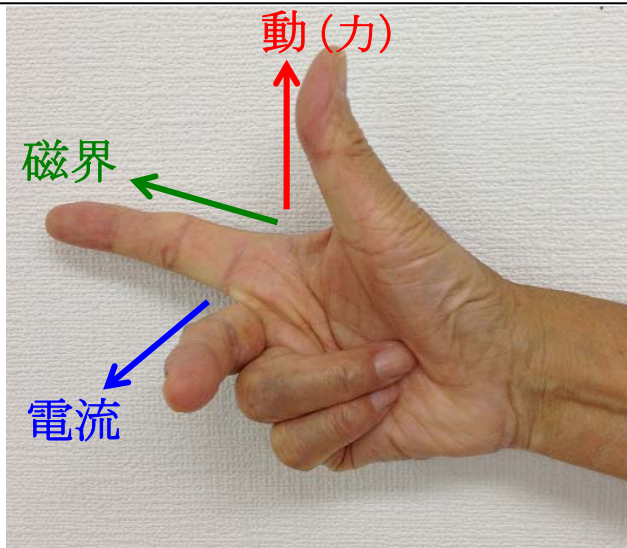


《フレミングの右手の法則》

- 磁界の中で、導線を動かすと、導線の中に電流が流れる（電流が誘起される）。
- 電磁波の磁界であっても、同じ原理が働く。

（発電の原理は右手の法則）

神経系に電磁波（磁界）が作用すると、生体電流が混乱したり、筋肉の動きに変化が生じたりする可能性がある。



人間の生体反応は、脳を中心とした指令系統によって起こってくる。こうした指令は、神経細胞によって全身に伝達されていく。

伝達的手段となっているのが電気（電子）の流れである。このような電気の流れを生体電流とよんでいる。ということは、電磁波によって生体電流の流れに変化が生じる可能性があるということになる。

(2) シナプスという組織

生体電流が流れる神経細胞は、専門的に「ニューロン」と呼ばれる単位の細胞でつながっている。神経細胞と神経細胞のつながりの部分には、わずかな隙間（間隔）が存在している。この隙間を電気信号が通過するための特別な仕組みが存在している。その仕組みの組織が「シナプス」と呼ばれる部分である。

シナプスでは、電気信号を神経伝達物質に変え、次の神経細胞の「受容体」と呼ばれる部分に伝達する役割を果たしている。その伝達物質の役割を直接的に担当しているのが、「体内化学物質」である。

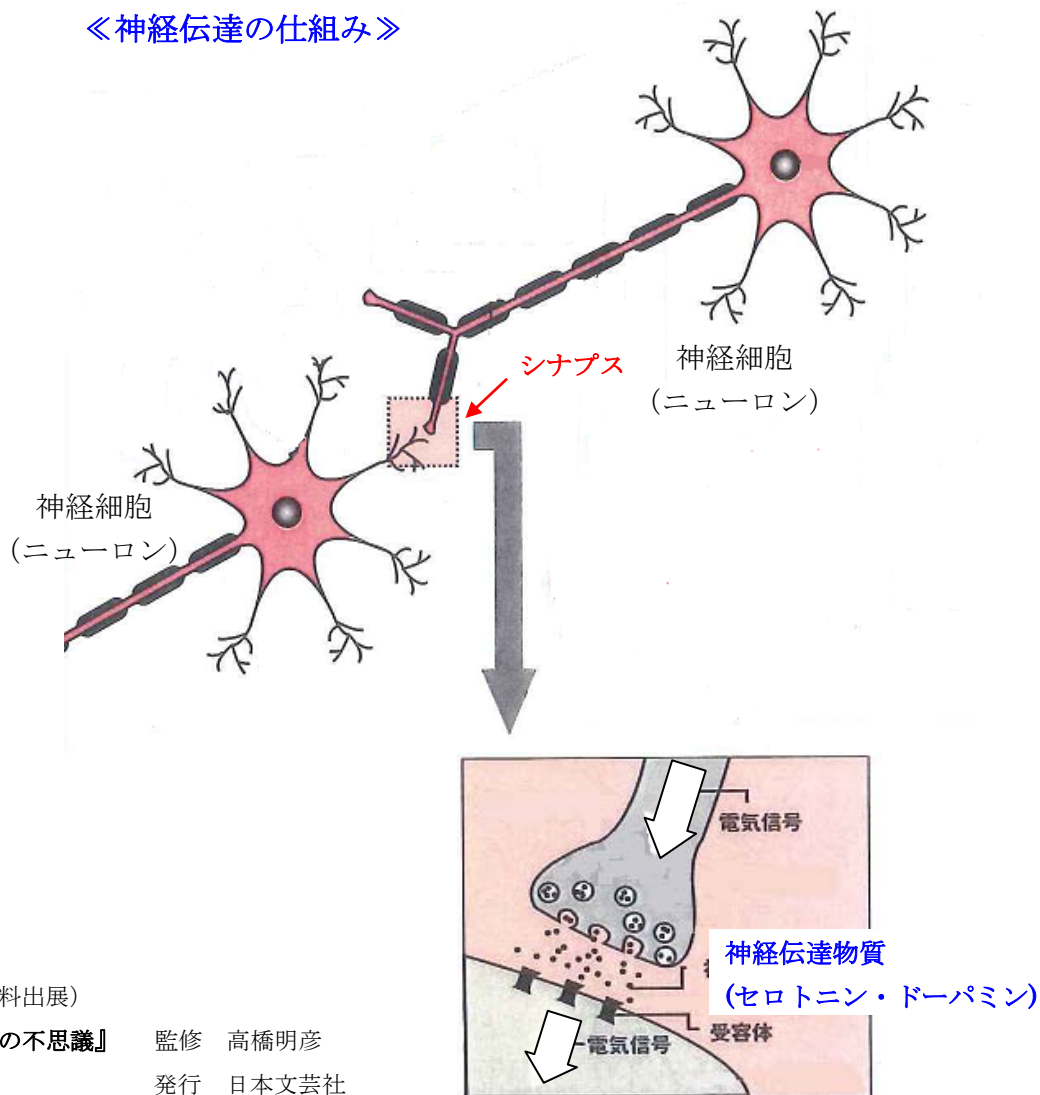
シナプスには、一方の神経細胞から送られて来た電気信号を、体内化学物質に変換して次の神経細胞へ伝える仕組みが存在している。次の神経細胞には受容体があり、移動してきた体内化学物質は、この受容体で受け止められ再び「電気信号」に変換されるようになっている。

この時の代表的な体内化学物質が「セロトニン」と「ドーパミン」である。現在では、数 10 種類の体内化学物質が確認されている。セロトニンとドーパミンは、人間の精神活動の安定には欠かすことのできない物質である。

1975 年、サンフランシスコのアレルギー医、ファインゴールド博士は、著書『なぜあなたの子供は乱暴で勉強ぎらいなのか』（人文書院）の中で、化学物質過敏症の問題を取り上げている。人工的な化学物質（環境ホルモン）と精神障害の関係を、神経機能障害の立場から説明している。

現在の大脳生理学では、セロトニン異常による精神機能障害のメカニズムが説明されている。シナプスに存在するセロトニンは、人間の精神を安定させる重要な体内化学物質である。

《神経伝達の仕組み》



(資料出展)

『脳の不思議』

監修 高橋明彦

発行 日本文芸社

(3) 体内化学物質の混乱

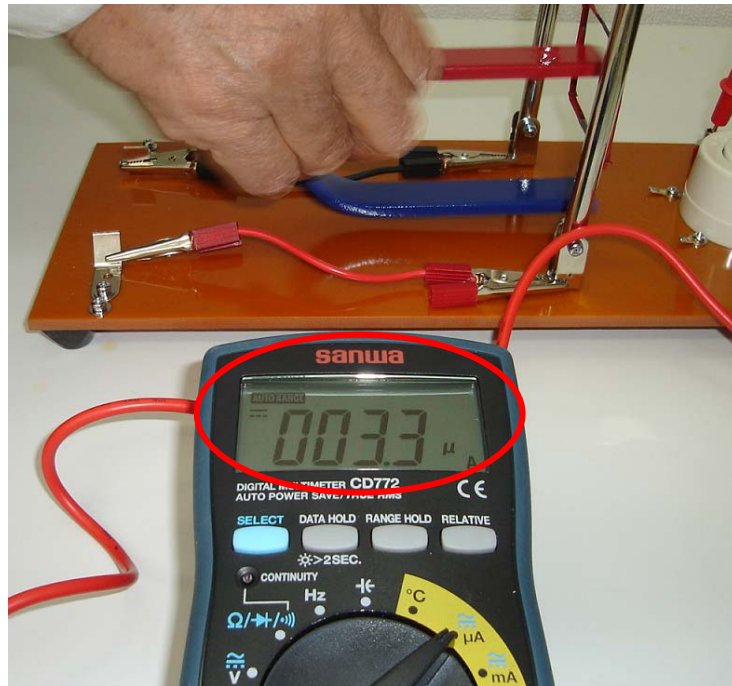
近年、神経細胞の伝達物質であるセロトニンやドーパミンの分泌に混乱が生じているケースが多くなったと報告されている。中でもセロトニンの分泌低下は「**低セロトニン現象**」と表現され、自閉症や多動症との関連が指摘されるようになった。最近では、学習障害やアスペルガー症候群に関しても指摘されている。

アメリカのサターフィールド博士は「多動症の子供は、**甲状腺異常**による極端な低セロトニン現象である」と報告している。また、低セロトニン現象になった場合、**うつ状態**になったり、**自殺願望**になることもあると報告している。

この低セロトニン現象の原因の一つとして電磁波の問題が取り上げられている。人間の体の神経系に電磁波（磁界）が作用すると、別の**微弱電流**が発生する。これは、電線（導線）に電磁波（磁界）が作用すると、電流が発生する原理と同じである。磁界の中でコイルを動かすと、そのコイルに**電流が流れる**ことは実験的に確認できる。

神経系に電磁波が作用すると、微妙な生体電流の混乱が発生することになる。その結果、シナプスに存在するセロトニン・ドーパミンの**分泌混乱**につながってくると考えられる。

生体電流混乱の原理



導線に磁界が作用すると電流が発生する。

神経系に電磁波（磁界）が作用すると、別の微弱電流が発生し、生体電流が混乱する。（**セロトニン・ドーパミンの混乱**につながる）

(4) 電磁波と脳内化学物質

急激な情報化社会の中で、携帯電話、パソコン、ゲーム機の使用が爆発的に増えている。人工的な電磁波の問題は「**複合汚染**」として受け止める必要がある。神経伝達物質の混乱については、アメリカ・ヨーロッパで盛んに研究されるようになった。

イギリスでは「8歳未満は**携帯電話を使用しない方がよい**」と警告を発するまでになっている。最近では、セロトニン異常に関する出版もなされている。『犯罪に向う脳』（モア・ジェセル共著 原書房）では、「セロトニン異常は**犯罪や暴力行為**の発生に深く関与する」と示されている。主張は衝撃的である。

一方、環境ホルモンによる甲状腺ホルモンの分泌異常が指摘されるようになった。甲状腺ホルモンの分泌異常はセロトニンの分泌異常につながると報告されている。人間の脳は、**神経の集合体**のようなものである。ということは、シナプスの集合体のようなものであり、セロトニン・ドーパミンの集合体のようなものである。

したがって、脳科学の分野ではセロトニン・ドーパミンを**脳内化学物質**とも呼んでいる。

こうしたことから考えると、脳（耳の横）に直接携帯電話を当てて長時間使用することは、少々恐ろしいことになってくる。パソコンやゲーム機からも**微弱電磁波**が発生している。頼りにしている蛍光灯からも紫外線（電磁波）が放出されている。とにかく、現代社会は人工的な**電磁波の洪水**の中で生活しているような状態になってしまっている。

人間は、太陽の光に含まれる紫外線に対応するため、数十億という時間をかけて進化してきた。はたして、急激な電磁波の洪水の中で生存し続けることができるのだろうか。現代社会は、人工的な電磁波による**複合汚染**の社会である。

11. 人工的な電磁波に関する脳波測定（測定者：株式会社ベストエコロジー）

人工的な電磁波が、人間の生体反応にどのような影響を与えているか、**科学的な検証**は十分になされていない。そこで、世界各地で安全性が議論になっている携帯電話を使用して**脳波測定**を行ってみることにした。蛍光灯が放出する紫外線（電磁波）の量は微弱のため、より電磁波が強い**携帯電話**に着目した。

もし、携帯電話による電磁波が生体反応になんらかの影響を与えるとするなら、**脳波の波形**に変化が生じるはずである。（注：現在では、法律によって一般企業が脳波測定を行うことは禁止されている。本実験は、法律施行以前に行ったものである。）

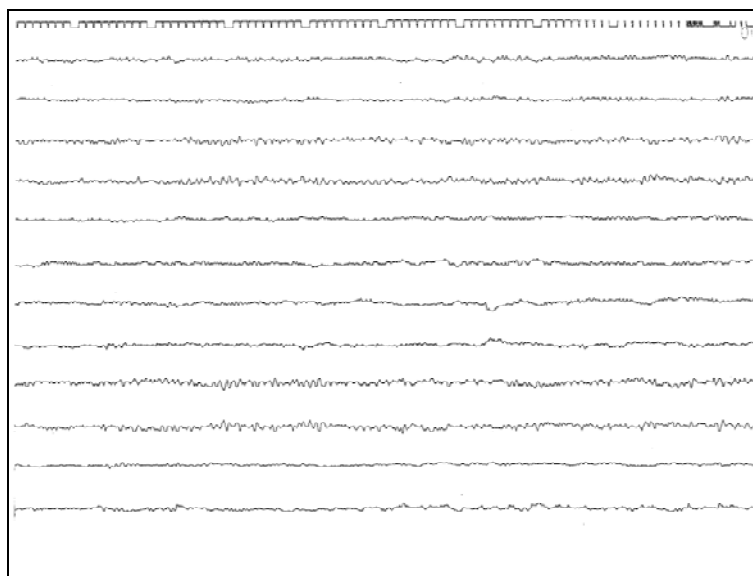
(1) 実験の条件

- ① 40代の男性に協力を依頼し、脳波測定を行った。
- ② 生体反応に混乱を与える電磁波として、携帯電話を選択した。
- ③ 人間は、暗示によっても意識の変化がみられる。そのため、脳波にも変化が見られる可能性があるとして報告されている。被験者には、事前に具体的な実験内容は説明しなかった。（脳波測定のための説明）
- ④ 外部の音などの影響を受けない静かな場所で測定を行った。

(2) コントロールの脳波測定

- ① コントロールというのは、専門的な用語である。通常の状態（標準）と理解しておけばよい。
- ② 脳波は、左側6ヶ所、右側6ヶ所、合計12ヶ所の測定を行った。
- ③ したがって、全体の**脳波の波形**が、その時の脳の活動を表していることになる。
- ④ 測定結果の脳波の波形を標準とすることにした。

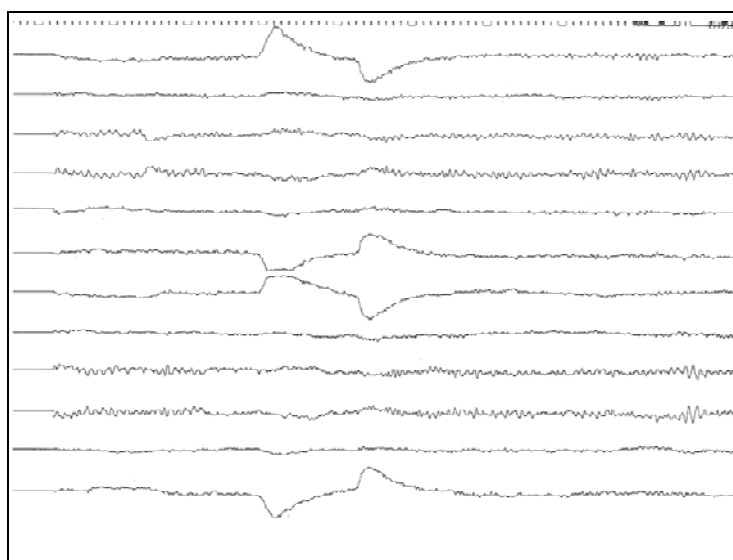
コントロール (標準)



(3) 携帯電話使用中の脳波測定

- ① 携帯電話のスイッチを ON の状態にして、耳に当ててもらった。
- ② 異常事態が発生した。脳波測定グラフの一部が最大値に跳ね上がり、測定不能を示した。
- ③ 測定器のトラブルにつながるので、すぐに測定を中止した。
- ④ 携帯電話による電磁波が、直接測定器に影響を与えたのか（ノイズという）、脳波が大きく混乱したのか判断できなかった。
- ⑤ やむをえず、携帯電話を耳より 1~2 cm 離して測定した。
- ⑥ この時の薬指は、はっきりとした筋肉弛緩反応を示した。後で、再現実験を行ったが、全て筋肉弛緩反応が確認された。
- ⑦ コントロール（標準）とは、異なった脳波が測定された。

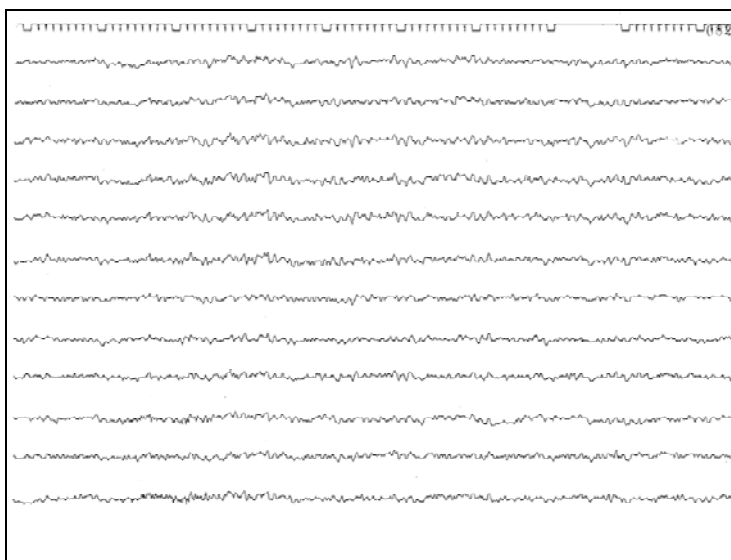
携帯電話（スイッチ ON）耳より 1~2 cm 離れた状態（筋肉弛緩発生）



(4) 携帯電話を左手に持った場合の脳波測定

- ① 携帯電話のスイッチを ON の状態にして、左手に持った状態で脳波を測定した。
- ② これは、筋肉弛緩反応の確認方法として、左手（心臓側）に対象物を持つことが紹介されているからである。（左手をセンサー、右手をテスター）
- ③ この時の薬指も **筋肉弛緩反応** が確認された。再現実験でも同様であった。
- ④ コントロール（標準）とは、異なった脳波が測定された。

携帯電話（スイッチ ON） 左手に持った状態（**筋肉弛緩発生**）



(5) 考察

- ① 携帯電話の電磁波は、人間の脳波に何らかの**衝撃を与える**と考えられる。ただし、衝撃の度合いについては、本実験で判断することはできない。
- ② 薬指の筋肉弛緩反応と、脳波の混乱には何らかの関係があると推測される。人間の生体反応と脳波の関係は、今後の一つの**研究テーマ**になるであろう。
- ③ 本実験によって、すぐに蛍光灯の紫外線レベルと脳波の混乱を結びつけることはできない。
- ④ しかし、人間にとって有害とされる電磁波に対して、**脳波が混乱**する可能性があることは**示唆**された。
- ⑤ 蛍光灯から放出される紫外線の強度は弱い。したがって、脳波測定とその分析は専門的な脳科学者によって実施する必要がある。
- ⑥ 「安全が証明されなければ危険である」という立場に立った場合、蛍光灯の安全性に関して更なる**科学的検証**が必要と考える。

12. 子どもにとって、教室の光はどうあるべきか

<水銀光と LED 光>

LED 光の利用に関して、「**人の作業効率**」を追求した研究報告がある。蛍光灯による照明と LED 光による照明に関する作業効率の比較である。まだ、研究論文が少なく、

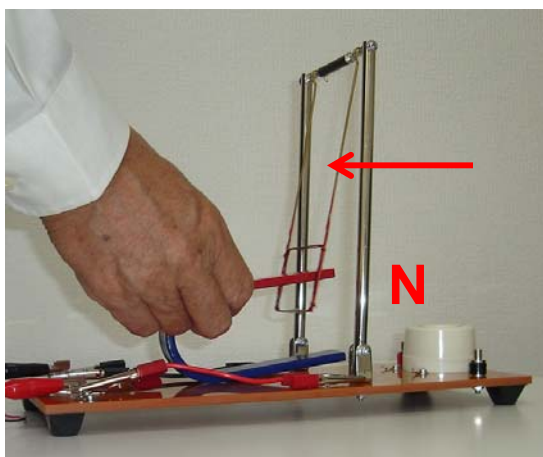
断定的なこととは言えないが、作業効率は**LED光の方が良好**という報告が存在している。

長い間、教室内の蛍光灯の光の中で生活することを当たり前としてきた。水銀から放出される**紫外線の問題**が、脳科学の分野で取り上げられることはなかった。むしろ、脳科学の分野では**MRI**のような強い電磁波を使用して研究が進められているほどである。

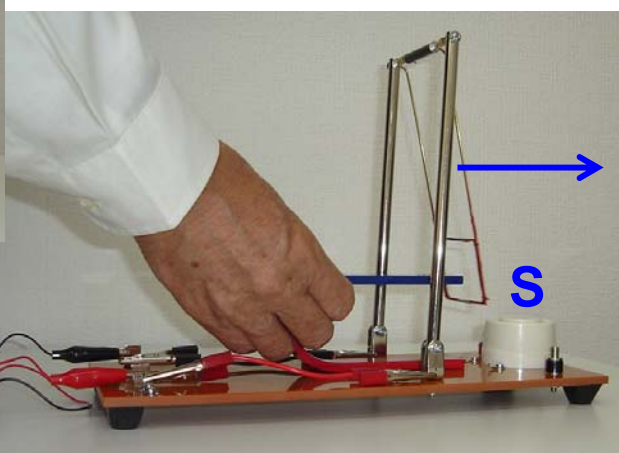
科学的な手法として認知されていないが、薬指の筋肉弛緩反応を試みると、何かが起こっていることを誰でも実感することができる。蛍光灯の場合、明らかに筋肉弛緩反応が起こっていることが分る。

2011年7月21日、福岡市で親子セミナーを開催し、筋肉弛緩反応の実験を行った。携帯電話・ゲーム機・パソコン・蛍光灯の使用に対して、子どもの**参加者全員**の筋肉弛緩反応が確認された。この時は**LED**灯に関する実験は行っていない。その後、**LED**灯に対する筋肉弛緩反応の確認実験を続けているが、2012年6月現在筋肉弛緩発生は**1件も**確認できていない。これは大人も子どもも共通した結果である。

<筋肉弛緩発生のメカニズム>



電流に、磁界が作用すると
導線が動く。(力の作用)



生体電流に電磁波（磁界）が作用すると、神経の伝達システムや筋肉の動きに影響を与える可能性がある。

電流に磁界が作用すると、導線に力が作用して導線が動く。ということは、生体電流に電磁波が作用すると、神経の**伝達物質**や**筋肉**の動きに何らかの影響を与えるということになる。

イスラエルのザミール・P・シャリタ博士は、著書『電磁波汚染と健康』（加藤やすこ訳・緑風出版）の中で、専門の立場からそのメカニズムを科学的に解説している。加藤やすこ氏は、著書『電磁波から家族を守る』（緑風出版）の中で、蛍光灯による**電磁波過敏症**の問題を取り上げている。

現在の日本では、西洋医学の立場に立つ人の多くは、筋肉弛緩反応の問題を取り上げていない。一部の東洋医学の立場に立つ人や、カイロプラクティック関係者が取り上げている程度である。

多くの場合、電磁波の問題は発ガン性や過敏性の問題として議論されている。生体電流に変化を与える可能性があるなら、「**低セロトニン現象**」の問題についても議論していく必要がある。

<教室の光を安心できる状態に>

人間は**太陽の光**の中で進化してきた。本来なら、夜になったら静かに睡眠に入るのが自然である。経済と文化を発展させた人間は人工的な光を開発して、時には進化して来た生活のリズムと逆行することを行っている。「日が登れば活動する」「日が沈めば睡眠に入る」という進化の大原則は混乱しつつある。このことは、人間の生命活動をコントロールしている**自律神経の混乱**につながってくる。

近年、子供の自律神経失調症が急激に増えてきているという。精神発達上の**障害の発生**はうなぎ登りである。自閉症、多動症、うつ病（うつ状態を含む）、引きこもり、アスペルガー症候群、急激な興奮（キレる）、パニック障害、学習障害（通称 LD）。しつけ教育や道徳教育ではとても解決できない深刻さである。せめて、日中の多くの時間を過ごす**教室の光**ぐらいは、安心できる状態にすべきである。

紫外線を放出している蛍光灯の光を、「**何の疑問も持たない**」で使用し続ける事は検討すべきである。人間にとって、太陽光に含まれる紫外線の問題は進化の過程でずっとつきまとっている。

現在の日本の子どもたちは、人工的な電磁波の洪水の中で生活している事実を直視する必要がある。これは、ビジネス上の問題とは別の視点である。LED という新しい技術による光の利用提案がなされている。省エネや防災の立場から検討されていることは、それはそれで良いことである。

しかし、日本の未来を託す子供の立場に立って、LED の果たす役割についてはほとんど検討されていない。

<少子化対策と日本の未来>

日本の未来を展望して、**少子化対策**が国家的戦略として取り組まれている。本当に子供の数を増やせば日本の未来は展望できるのだろうか。多発する子どもの精神発達障害は深刻である。学校に登校できない子ども、集団生活、社会生活になじめない子どもの数は年々増加している。子どもの問題はそのまま若者の問題になり、大人の問題になってくる。

人は国の**財産**であり、**国力**である。精神的な障害で働けない大人が増加し、自殺者や自殺願望者の数が急激に増えている。そして、説明のつきにくい犯罪が多発しだした。こうした問題は、人権養護の立場もあり真正面から取り上げられていない傾向がある。少子化対策は必要である。しかし、もっと大切なことは子どもたちが**すこやかに成長**していけるような社会を実現することである。

<聞き取り調査>

20年以上、幼児教育（幼稚園・保育所）の現場で働いている関係者の聞き取り調査を行った。公立の職員の場合、「発言できません」と協力を得ることができなかったケースもあった。50名以上の協力者全員が共通して認識している内容がある。

「**子どもが変ってきている**」という認識である。特に、**精神発達上の問題**は、関係職

員のほとんどの人が実感していることが分った。「私以外の人も同じです」という発言が続いた。

もし、この聞き取り調査の結果が一般的な実態としたなら、日本の未来は少子化対策では展望できないことになる。聞き取り項目にはなかったが「**親もおかしくなった**」「**虐待はもっと発生する**」という自発的な発言もあった。現在の日本では、第1線の現場で活躍している人達の声は、あまり取り上げられていない。むしろ「個人情報秘密保持」の立場から、発言にプレッシャーがかけられている傾向がある。聞き取り調査の結果、日本の未来に強い**危機感**を持った。

<人工的な光の選択>

今まで、人工的な光を選択して利用する場合、ナトリウム光灯、水銀光灯、蛍光灯の中から選択していた。ナトリウム光灯と水銀光灯は、電流が流れて発熱するまでしばらく発光しない。ある程度スイッチ ON に対応できるのが**蛍光灯**である。一般家庭で普及した理由の一つである。

現在、一部のキッズ（子供）関係の企業で、**LED 灯の設置**が検討されだした。人工的な光の選択を、蛍光灯に限定しないで**LED 灯**を含めて検討されている。コスト試算の問題はメーカーにおまかせするとして、「**子どもの健康**」という面からは**LED 灯**が選択されることを期待する。水銀の光から放出される紫外線の問題を軽視してはならない。

<提言>

日本の社会では、幼稚園・保育所・中学校・高等学校・専門学校・大学校等、長期間に渡って人工的な光の中で生活し続けることになる。聞き取り調査の時、あることに気づいた。幼児教育現場の教室の**天井が低い**ということである。

幼児に対する紫外線の問題は、ほとんど検討されていないと思われた。学校を中心にした教育の現場は、子どもや若者にとって**最良の環境**でなければならない。

現在の日本の社会は、放射能の問題には敏感である。しかし、X線や紫外線の問題には鈍感である。波長の小さいX線や紫外線は、人間の生命活動に対して何らかの障害を与えることを再認識する必要がある。

日本の未来を展望する視点で、あえて**提言**したい。日本の教育現場の光は、**蛍光灯からLED 灯**に変更することを検討すべきである。国家的戦略として、国家予算も検討する必要がある。これは、ビジネス上の戦略ではない。

子どもの数を増やしたいという一面的な国家戦略ではなく、子どもの発達も保障するという**バランス戦略**を提言する。

13. 今後の課題

(1) LED 灯の一番のリスクは、**イニシャルコスト**（価格）が高いことである。普及による量産によって、次第にこの問題は解決していくであろう。メーカーの一層のコストダウン努力が望まれる。**一般家庭の普及**を期待する。

(2) LED 灯は、蛍光灯に比べて照度効率に優れている。このことによる室内での、**作業効率・学習効率**の向上が期待される。科学的・客観的な検証が望まれる。

- (3) LED 灯は、紫外線を放出しないという**安全性の特長**がある。蛍光灯が放出する紫外線によって、どのような健康障害の可能性があるか、**脳科学**の立場で検証しておく必要がある。
- (4) 日本国内の照明によるトータル**電力消費量**の現状を算出する必要がある。この照明が全て LED 灯に変わった場合の電力消費量を算出し、トータルの**省エネ量**を具体的な数字で概算する必要がある。
- (5) LED 灯の普及により、日本国内の**原子力発電**の問題と石油資源による**火力発電**の問題をどの程度解消できるか、**国家戦略**として算出する必要がある。
- (6) LED 灯の亚克力管の色により、放出する光の電磁波（色）をコントロールできる。どのような電磁波（色）によって、**植物・動物が活性化**するか追求すれば、農業・医療分野での**付加価値利用**が可能になる。
- (7) 初期に設置された LED 灯のコンデンサーやハンダ部分から**発煙**（発火）するというトラブルが発生している。国内の主なメーカーは、「**技術的に解消している**」と説明している。今後、更なる品質の向上が望まれる。

《参考文献》

- 「電磁波汚染と健康」 ザミール・P シャリタ著（緑風出版）
- 「電力線電磁場被爆」 ポール・ブローダー著（緑風出版）
- 「電磁場からどう身を守るか」 エレン・シュガーマン著（緑風出版）
- 「電磁波から家族を守る」 加藤やすこ著（建築ジャーナル）
- 「誰でもわかる電磁波問題」 大久保貞利著（緑風出版）
- 「脳の不思議」 高島明彦監修（日本文芸社）
- 「犯罪に向う脳」 モア・ジェセル共著（原書房）
- 「学習障害（LD）」 拓植雅義著（中公新書）
- 「よく分る環境ホルモンの話」 北条祥子著（合同出版）
- 「環境ホルモンとダイオキシンの家」 能登春男・あきこ著（集英社）
- 「有害重金属が心と体をむしばむ」 大森隆史著（東洋経済）
- 「なぜあなたの子どもは乱暴で勉強ぎらいなのか」 ファインゴールド博士著
(人文書院)