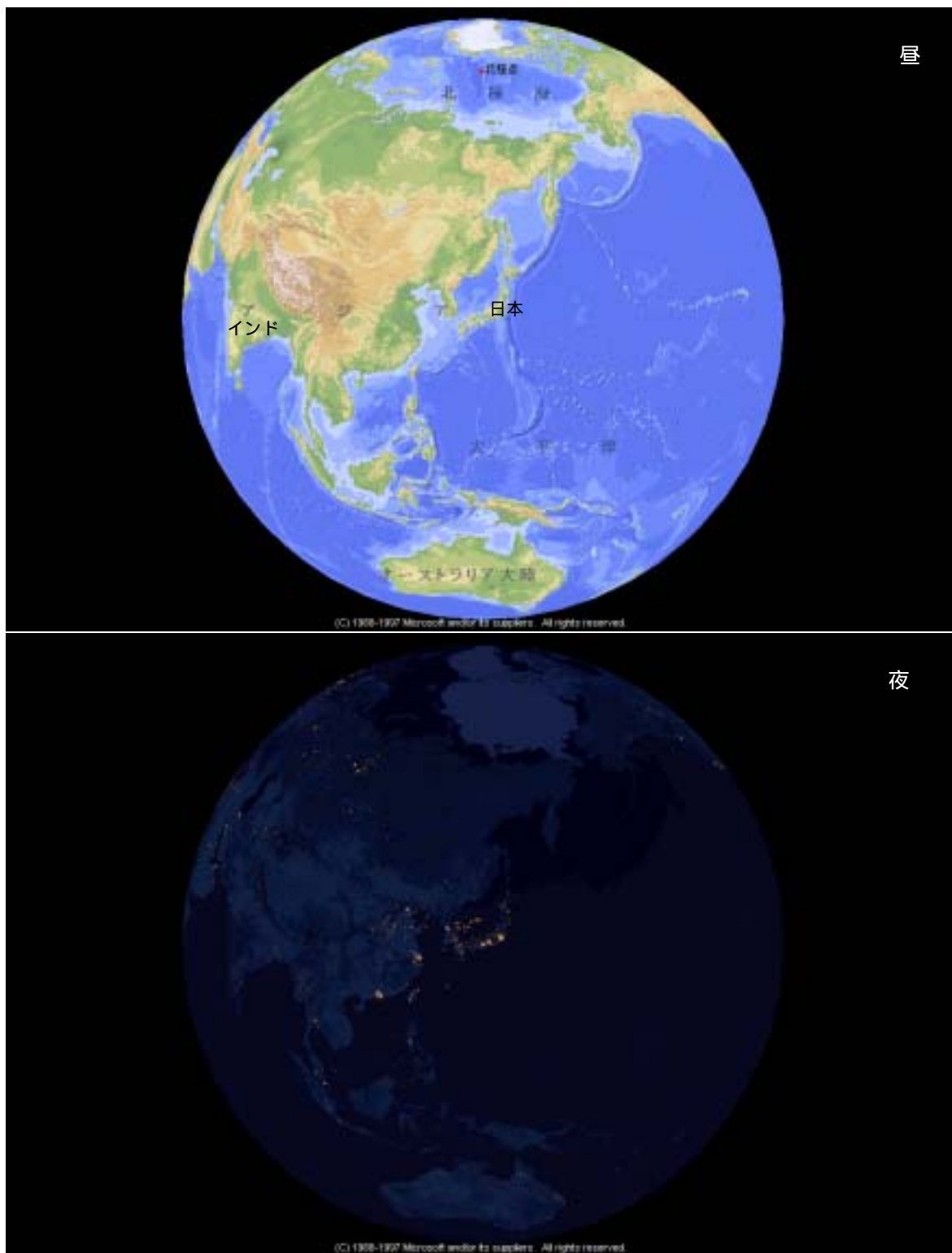


# 環境安全論 資料集

地球・生物の営み・環境ホルモン

( 広瀬茂久の担当分 )



一人当たりのエネルギー消費量 (石油換算, t/y): インド, 0.2; 日本, 3.4; 米国, 7.5

## 目次

序	3
1. 地球という一つの物質循環系	3
2. 生物界に占めるヒトの位置と生物の相互依存	4
3. 人口問題	4
課題 1	
4. ホルモン系（有害物質の作用点；特にステロイドホルモンと遺伝子の On-Off）	5
5. 解毒系と体外排出系	5
5-1. P450（第 1 相）	5
5-2. グルクロン酸抱合（第 2 相）	5
6. 環境ホルモン（概要）	6
課題 2	
7. 環境ホルモン（構造）	7
8. 環境ホルモン（歴史から現状まで）	8
8-1. 出版物にみる歴史	8
8-2. 「環境安全論」関係の教科書	8
8-3. 要注意物質 4 点	8
8-3-1. DES（ジエチルスチルベストロール）症候群	9
8-3-2. DDT（ジクロロジフェニルトリクロロエタン）の歴史	10
課題 3	
8-3-3. PCB（ポリ塩化ビフェニル）の歴史	13
8-3-4. 悪名高きダイオキシン	14
8-4. プラスチック関連の環境ホルモンの歴史	15
8-5. 環境問題の歴史（日本編）	15
9. 環境ホルモンの作用機構	17
課題 4	
10. 環境問題の観点からも望まれるバイオサイエンスの進歩	18

図 1 エコシステム	3	図 14 PCB と聴覚障害	13
図 2 大気汚染	3	図 15 アジア・オセアニアの河川水中の DDT	13
図 3 生物界におけるヒトの位置	4	図 16 ダイオキシン被災地	14
図 4 小宇宙にたとえられる人体（驚くべき精緻さ）	4	図 17 ダイオキシンのプロフィール（誇張ぎみ）	14
図 5 ステロイドホルモン等の作用機構	5	図 18 プラスチック容器の危険性を指摘した人達	15
表 6 環境ホルモニー覧表	6	図 19	
図 7 環境ホルモンの構造	7	図 20 水俣の地図	15
図 8 沈黙の春の著者 R. Carson	8	図 21 神岡・阿賀野川の地図	15
図 9 奪われし未来の著者 T. Colborn	8	図 22 時間がない二酸化炭素問題	16
図 10 DES 薬害パンフレット	9	図 23 食物連鎖（オンタリオ湖）	17
図 11 先駆者 高杉・バーン	9	図 24 ダイオキシンの作用機構	17
図 12 フロリダの地図	10	図 25 The way your body works	18
図 13 アボバカ湖ワニの生態調査	10	図 26 バイオサイエンス最前線	18

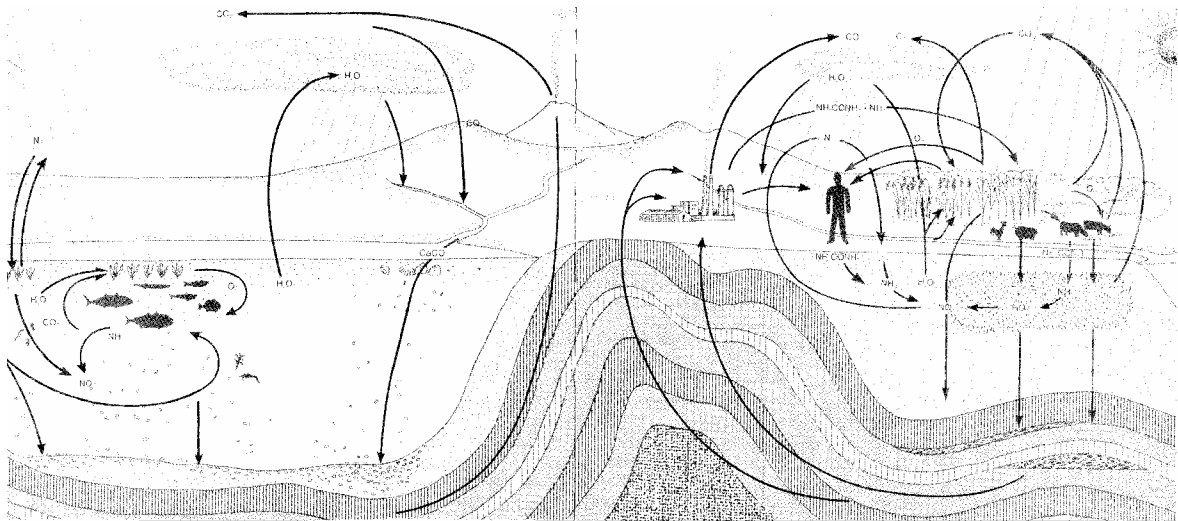
## 序

感動のシーン（長津田発 エレベーター物語）  
デザイナー・ドラッグ中の副産物（The case of frozen addict）  
若き女性科学者とメチル水銀の悲劇（役に立たなかった手袋）

### 1. 地球という一つの物質循環系

The only home we have: man and environment  
The biosphere: earth's thin film of life

図 1



（物質名を記入する： $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ）

Ecosystems: 例えば，土壌 1 g 中に どれぐらいの微生物が棲んでいるか考えてみよう 10<sup>9</sup>

図 2



Los Angeles blanketed by smog

環境汚染から環境破壊の段階へ (p16, 図 22) ; ヨーロッパの森は人工林が多く酸性雨に弱い  
 Air pollution, water pollution, and solid waste (図 2)  
 夢の島や Valley of the drums の出現 (水系の上流にあることが重大問題)  
 我が国の2010 年末の自動販売機数: 5,206,850 台 (8 世帯に 1 台の割合) ; 原発何台分?

## 2. 生物界に占めるヒトの位置と生物の相互依存

### Webs of life

図 3

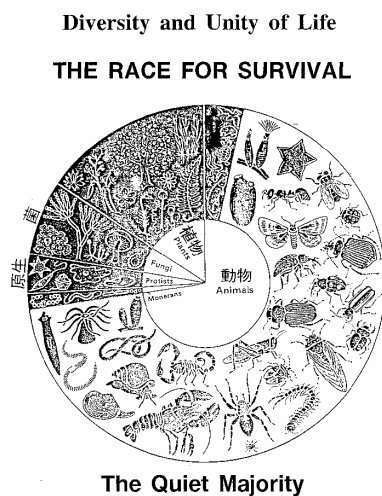
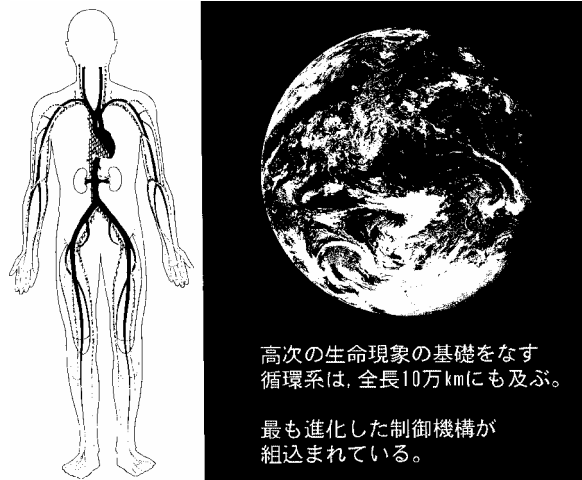


図 4

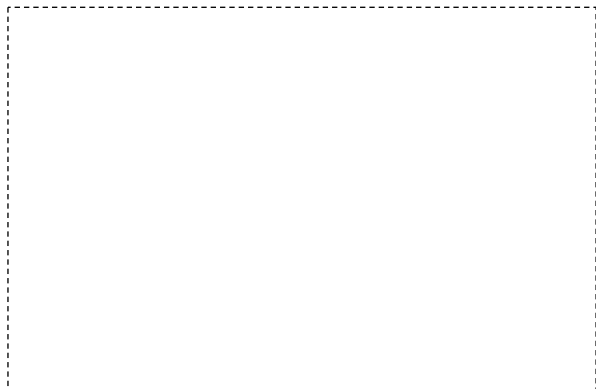


ヒトの複雑さと精緻さ (p18, 図 25, 26)

物言わぬ生物に配慮すべし; 彼らなしには生存不可  
 一年間に捨てられる犬や猫: 73 万匹

## 3. 人口問題

前 20,000 年	0.03 億人
前 10,000 年	0.08 億人
0 年	3 億人
1750 年	8 億人 (産業革命)
1900 年	17 億人
1950 年	25 億人 (原子力利用)
2000 年	62 億人
2050 年	119 億人



**課題 1** 上の Data を右上の余白にグラフ化して 20 世紀は人口爆発の世紀であったことを確かめよ

#### 4. 有害物質の作用点としてのホルモン系（特にステロイドホルモンと遺伝子の On-Off）

図 5

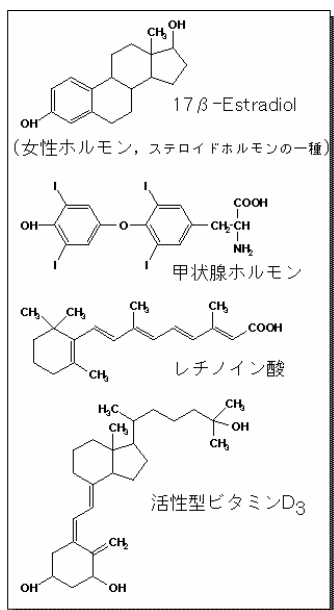
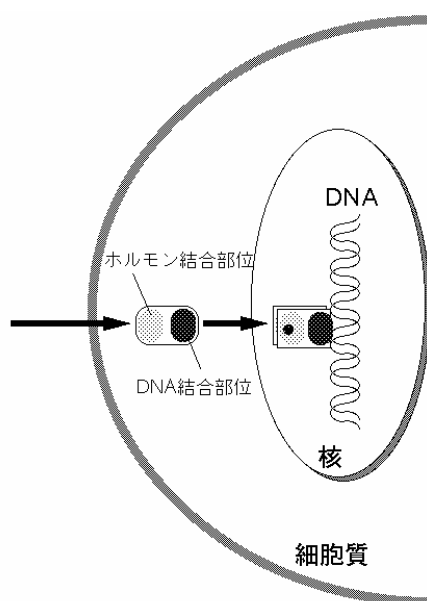


図 6



### 5. 解毒系と体外排出系

#### 5-1. P450（第1相）

体にとって異物ないしは有害な有機化合物（薬など）は主として肝臓で代謝され解毒される。この解毒過程において中心的役割を果たしているのが酸化還元酵素の一種 P450 である。生物化学の教科書で調べてみよう。

〔参考〕有機塩素化合物は私たちにとっては恐ろしい化合物であるが、昆虫の中には耐性を獲得しているものもある（宿題の英文；表 5）。担糸菌の中には塩素ガスを発生しているものも知られている。

#### 5-2. グルクロン酸抱合（第2相）

解毒が第一ステップだとすると、第二ステップではその産物を水に溶けやすくし、速やかに体外に排出する必要がある。脂溶性有機化合物を水溶性にする手だてとして私たちの体はグルクロン酸（グルコースの誘導体）を結合させる方法を採用している。例えば嗅覚をリセットし、いつでも新しい匂いに対応できるようにするためには、匂い物質をすみやかに除去しなければならないが、このような匂い物質の除去にもグルクロン酸抱合方式が使われている。

## 6. 環境ホルモン（概要）

### Endocrine Disruptors

表 1. 環境ホルモンといわれている主な物質

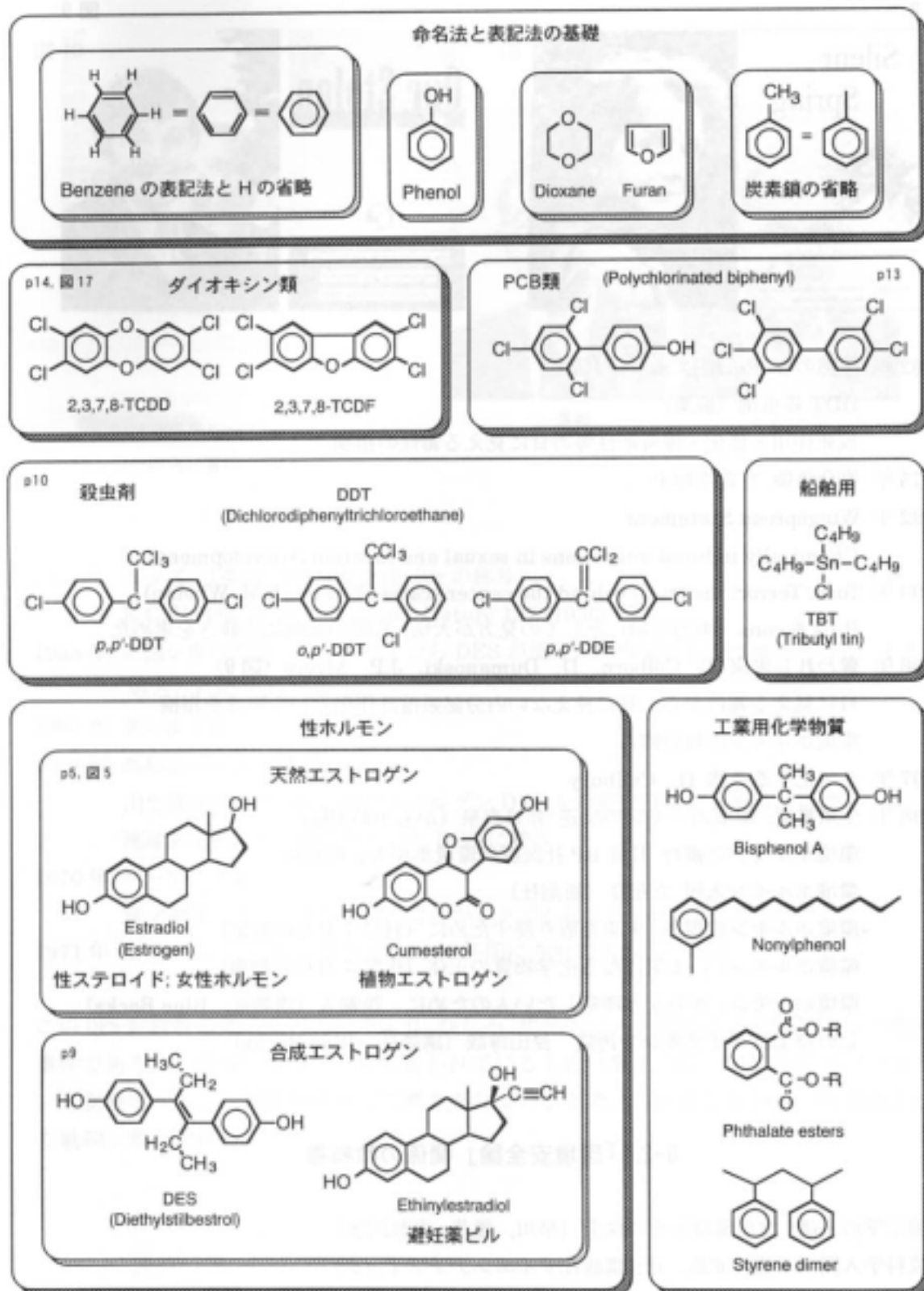
物質名 (構造式を自分で記入する)	概要・代表的な用途
ダイオキシン (Dioxins)	塩素，水素，炭素からなる。これらの元素が入ったごみを燃やすことなどにより発生する。このため，塩素を含んでいる塩化ビニールの使用を制限すべきだとの意見がある。また，ごみ焼却設備の改善が求められている。催奇形性，発がん性などがある。ベトナム戦争で米軍が使った枯葉剤に含まれていた。
PCB	電気の絶縁体やノーカーボン紙の材料として工業生産されていた。ダイオキシンと似た働きをする。1972 年に生産中止。74 年に生産，輸入禁止。毒性の大部分は微量に含まれる不純物（ポリ塩化ジベンゾフラン，Dioxin の一種）による可能性大。
ヘキサクロロベンゼン	殺虫剤。疥癬の治療に有効。79 年に生産，輸入禁止。
ペンタクロロフェノール	防腐剤，除草剤。90 年に生産中止。
クロルデン	殺虫剤。シロアリ駆除に使われた。86 年に生産，輸入禁止。
DDT	殺虫剤。81 年に生産・輸入禁止。マラリアの患者を救うのに貢献。殺虫機構は Na チャネル阻害による神経毒。ヒトのチャネルには効果無し。DDT 耐性を獲得する昆虫もあり；DDT から塩素を脱離させ無毒化。DDT をフェロモンと勘違いしてか積極的に体内にため込む昆虫も見つかっている。農薬自殺に失敗した人のデーターから 4 g では目立った影響はなさそう。
トリブチルスズ (TBT)	船底塗料。船や漁網に魚介類や汚れがつくのを防ぐ。生殖障害を起こす。90 年から生産予定量を通産省に届け出ることになり，97 年 3 月までに国内メーカーはすべて生産を打ち切った。
ノニルフェノール	非イオン界面活性剤の原料。主に工業用の潤滑剤，洗剤になる。女性ホルモンの働きをする。
ビスフェノール A	ポリカーボネイト樹脂の原料。女性ホルモンの働きをする。ポリカーボネート製の食器や ぼろ瓶から溶けだすことがある。
フタル酸エステル	塩化ビニールの可塑剤（柔らかさや弾力性を出す添加物）。生殖障害を起こすといわれる。
スチレンダイマー・トリマー	ポリスチレン樹脂に含まれる。女性ホルモンの働きをする。発泡ポリスチレン製のカップめん容器から溶け出すことがある。
過度のストレス	

課題 3 上記化合物の構造を調べ余白に記入して表を完成せよ。

## 7. 環境ホルモン（構造）

### Endocrine Disruptors

図 7





## 8. 環境ホルモン（歴史から現状まで）

### 8-1. 出版物にみる歴史

図 8

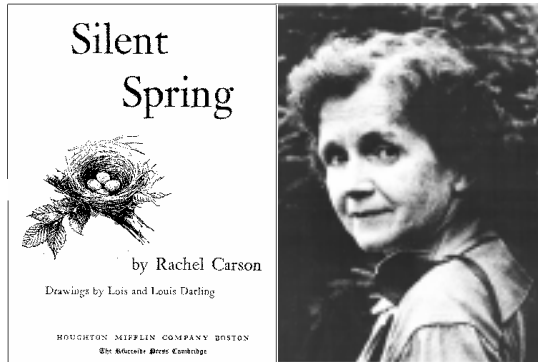
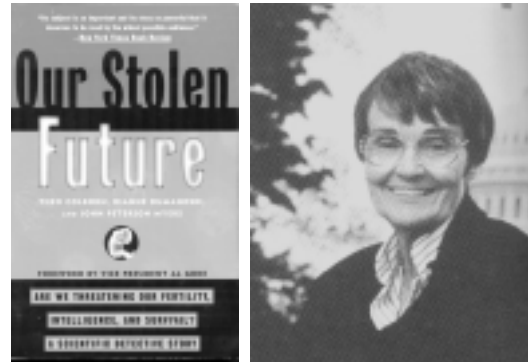


図 9



1962 年 **沈黙の春** Rachel Carson (図 8)

DDT 殺虫剤（農薬）

致死作用・癌化・催奇形性等の目に見える毒性の指摘

1975 年 **複合汚染** 有吉佐和子

1992 年 **Wingspread Statement**

Chemically induced alterations in sexual and functional development

1993 年 **Toxic Terror: the truth behind the cancer scares** (Elizabeth M, Whelan)

Pros & cons（両刃の剣）としての見方が大切；世間の風潮に冷静さを求めた

1996 年 **奪われし未来** T. Colborn, D. Dumanoski, J.P. Myers (図 9)

目に見える毒性から，目に見えない内分泌系攪乱作用という怖さを指摘

環境ホルモンの真の怖さ

1997 年 **メス化する自然** D. Cudbury

1998 年 **生殖異変：環境ホルモンの反逆** 井口泰泉（かもがわ出版）

**環境ホルモンの挑む** 日経 BP 社医療局環境ホルモン取材局

**環境ホルモン入門** 立花隆（新潮社）

**環境ホルモンの現在：未来を取り戻すために**（科学 7 月号の特集）

**環境ホルモン：いま気になる化学物質の正体**（化学 7 月号の特集）

**環境ホルモン：きちんと理解したい人のために** 筏義人（講談社，Blue Backs）

**しのびよるダイオキシン汚染** 長山淳哉（講談社，Blue Backs）

### 8-2. 「環境安全論」関係の教科書

**環境工学の基礎：地球環境とその保全**（早川，種茂；実教出版）

**環境科学入門**（玉浦，北爪，辻；講談社サイエンティフィック）

**Understanding environmental pollution** (M.K. Hill, Cambridge University Press)



### 8-3. 要注意物質 4 点

#### 8-3-1. DES ( ジエチルスチルベストロール ) 症候群

図 10



DES の妊婦向け宣伝

図 11

高杉

バーン



1938 年 ドッズ ( 英国 ) DES を合成; Sir の称号

E.C. Dodds & W. Lawson, Nature **137** (1936) 996

1953 年 米国シカゴ大学のディークマンら DES が流産の治療薬としては無効と発表, しかし  
処方され続けた。( 図 10 )

1963 年 ダン & グリーン

1964 年 高杉 & バーン ( 図 11 )

出生直後のマウスに合成エストロゲン DES を短期間投与 生殖系の異常・癌化。

流産防止薬として使われていた DES に警告

1970 年 ハーブスト & スカリー

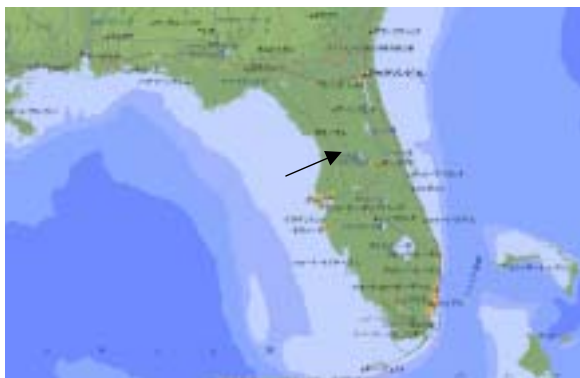
疫学調査で上記マウスと同じことがヒトでも起こっていることを証明

1971 年 使用禁止。ここに至るまでの約 30 年間に 500 万人以上が使用

この DES 症候群自体は公害というより むしろ サリドマイドやスモンと同じような薬害事件であるが, 環境ホルモンとして疑われているもの( 表 1, p5 )の多くは エストロゲン( 女性ホルモン ) 様作用を介して悪さをしていると考えられることから, 代表例として最初に取り上げた。

### 8-3-2. DDT (ジクロロジフェニルトリクロロエタン) の歴史

図 12



アポプカ湖, フロリダ州, 米国; 薬品流出

図 13



ワニへの影響を調べる L.J. Guillelte Jr. 博士

- 1873 年 ドイツで合成( オーストリア? の学生 O. Zeidler ,単なる新規有機化合物として登録)。  
合成はきわめて簡単。
- 1939 年 ミュラー (スイス) DDT を再発見し殺虫剤としての効能を発見。ヒトには無害で害虫のみをやつける画期的な農薬 (農薬革命) 。殺虫剤の研究から独自に DDT にたどりついた。
- 1942 年 市販 (商品名: ゲサロール, ネオサイド)  
原子爆弾, ペニシリンと並んで第二次大戦中の三大発見の一つに数えられた。チャーチル英国首相が an excellent powder と称賛。
- 1948 年 P.H. Müller ( 1899 - 1965 ) ノーベル生理医学賞
- 1950 年 雄鶏のトサカの発育不全 ( 男性ホルモン作用障害 )  
DDT の女性ホルモン ( エストロゲン ) 様作用
- 1964 年 セイロンで蚊の駆除のために家々に散布することを中止 5 年後にマラリア患者が再び 250 万人に増加 ( 1948 年に 250 万人近くいた患者が, DDT 散布により 1962 年にはわずか 31 人にまで減っていた )。
- 1968 年 哺乳類でもエストロゲン様作用のあることが確認された
- 1971 年 農薬としての使用禁止 ( 81 年に生産輸入禁止 )  
途上国ではマラリアを媒介する蚊の駆除薬として現在も大量に使用されている ( p13, 図 15 )。 [Malaria --> Nature 415 \(2002\) 669](#)
- 1980 年 米国農薬会社の垂れ流し事件 ( 図 12 )
- 1984 年 この事件との関連で, 米国フロリダ州アポプカ湖のワニのメス化と数の激減が DDT の代謝産物によることがフロリダ大学の Guillelte Jr. ( 図 13 ) 等によって明らかにされた。
- 1993 年 アポプカ湖のワニと環境ホルモンの因果関係はそう単純ではないとの見解も。

課題3 下記英文の内容をレポート用紙一枚程度に要約せよ。

出典: J. Emslay, *Molecules at an exhibition—Portraits of intriguing materials in everyday life*, Oxford University Press, 1998.

### Too much of a good toxin—DDT

DDT was a devil in disguise. In the midst of World War II it appeared like a beacon of hope, and Winston Churchill spoke of this new chemical in a radio broadcast, describing it as 'an excellent powder . . . which yields astonishing results, and which will be used on a great scale by the British forces in Burma.' In 1944 the Allies had used DDT to stop an outbreak of typhus in the newly captured city of Naples.

DDT was eventually to save an estimated 50 million lives. In a war-torn world this was good news indeed, but until then the molecule had been a military secret, code-named G4. G4 sounded like a new wonder drug, but it was merely the insecticide DDT, whose initials stand for dichloro-diphenyl-trichloroethane. The molecule had first been made as long ago as 1874, by a chemistry student Othmer Zeidler. He had taken the chemical chloral, which used to be known for its rapid action as a sleeping potion (called knock-out drops or Mickey Finns), and mixed it with chlorobenzene in sulfuric acid. The result was a white precipitate of DDT crystals. Zeidler reported his new molecule, and that was that. Nobody noticed its remarkable insecticidal activity.

DDT was rediscovered in 1939 at the Geigy company in Switzerland by Paul Herman Möller, who was searching for new insecticides. He tested the powder and was amazed at how effective it was at killing all kinds of insects at very low doses. It was soon in commercial production, and in the next 30 years over 3 million tons of DDT were manufactured. Möller received the 1948 Nobel Prize in Medicine and Physiology for his contribution to human health.

DDT kills an insect by interfering with its nerve cells. The molecule unlocks a channel through the cell membrane which allows sodium atoms to flow in unchecked, causing the nerve to trigger repeatedly until the insect dies of exhaustion (animal nerve cells are not affected in this way). This 'excellent powder' was destined to save millions of lives by eradicating disease-bearing insects such as lice, which cause typhus, fleas which cause plague, and mosquitoes which cause malaria and yellow fever. DDT also destroyed crop pests such as the Colorado potato beetle, and it was much safer than the insecticides then in use which were based on the poisonous elements arsenic, lead and mercury. Yet today many people regard DDT as an equally dangerous toxin.

However, in the 1950s its achievements were impressive. A campaign to eradicate malaria from the then British colony, Ceylon (now Sri Lanka), began in 1948, when there were 2.5 million cases of the disease annually. Every home on the island was sprayed regularly with DDT, and by 1962 there were only 31 reported cases—the scourge of this ancient disease had apparently been lifted.

Not everyone approved of chemical insecticides, and that same year Rachael Carson's book *Silent Spring* was published. This passionately moving book was to become the bible of environmentalism. Carson referred to DDT as the 'elixir of death.' Within a few years people were lobbying for it to be banned, claiming it was killing wildlife, especially birds, causing cancer in humans, and building up in the environment because it was not biodegradable. Moreover, analytical chemists were able

to detect this pesticide in tiny amounts and they had revealed that it was everywhere: in soil, in water, in our food, and even in human tissue.

In addition to these worrying claims, there was an even stronger scientific reason for phasing out this insecticide: the appearance of DDT-resistant strains of insects. These insects produce an enzyme that detoxifies DDT by removing a chlorine atom from the molecule. Today there are almost 500 species resistant to DDT—mute testimony to its over-use. It is still employed as an insecticide in some tropical countries like India, although restricted to 10 000 tons per year. The USA banned DDT in 1972, as did many other developed countries. The spraying of homes in Ceylon had ceased in 1964, but within five years there were again 2.5 million cases of malaria on the island.

In her book *Toxic Terror*, Elizabeth Whelan, president of the American Council on Science and Health, debates the pros and cons of DDT and questions the wisdom of banning this cheap and effective insecticide. She points out that DDT may have saved more lives than any other chemical. She also challenges many of the misconceptions about it, and says that there is no evidence from human studies that it causes cancer.

The original report that DDT was persistent in the environment was based on applying it to a plot of soil at ten times the normal level, and then keeping the soil dry and in the dark. The DDT did not degrade. However, in normal soil DDT is digested by microbes and its activity persists for only about two weeks. The microbes also deactivate it by removing a chlorine atom, and the same thing happens in sea water, where 90% of DDT disappears within a month. Nevertheless, DDT did accumulate in humans, and at the time when DDT was banned the average person had about 7 parts per million in their body. This came from their diet, because most food in the 1960s contained about 0.2 ppm of the insecticide. The DDT concentrated in fatty tissue and was excreted only slowly; the half-life of DDT in the body is 16 weeks.

Such levels of DDT were never dangerous to our health. The World Health Organization's guidelines for a safe level of DDT intake is 255 mg per year—about ten times the amount which consumers were exposed to when DDT use was at a maximum in the late 1960s. We know from accidents and suicide attempts that people can drink a glassful of insecticide fluid, containing about 4000 mg (4 g) of DDT, without harmful effects. The fatal dose for a human is thought to be about 30 g of the pure material.

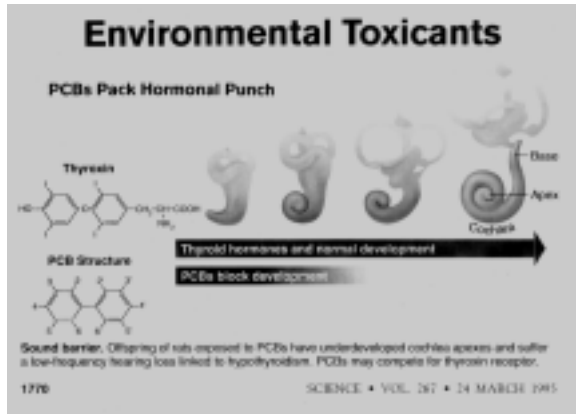
Curiously, some insect species can tolerate even higher doses of DDT. One is the Brazilian bee *Eufriesia purpurata*, which is found in the Amazon. These bees actively seek out DDT and collect it. Indeed, some of them have been found to have over 4% of their weight as DDT, which would be the equivalent of a human having six pounds of the insecticide in their body. To these bees it appears to be a sex attractant, which is perhaps not too surprising because some sex pheromones are very similar to the DDT molecule.

So what should we do about DDT? Clearly there is little that can be done to reinstate it, but there are lessons to be learned from its story. Perhaps we could still allow it to be used, on a limited scale, against a few insects that have not become immune to it, but it will never again be used as freely and unthinkingly as it was in the 1940s and 50s.

### 8-3-3. PCB（ポリ塩化ビフェニル）の歴史

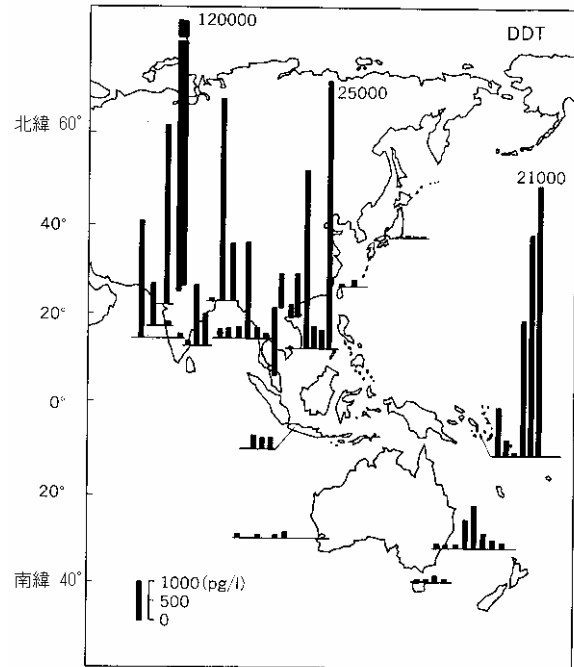
PCB に含まれる不純物（**ダイオキシン**）が問題らしい

図 14



聴覚を司る蝸牛管や運動感覚に欠かせない三半規管の発達には甲状腺ホルモン（ヨードとベンゼン環を含む）が必要である。PCB ないしはその中に含まれる不純物が疑似甲状腺ホルモン（アンタゴニスト）として働き、蝸牛・三半規管の形成を妨げる。

図 15



有機塩素化合物 DDT による水質汚染 (pg/l)  
アジア・オセアニア地域

1881 年 PCB ドイツで合成

1929 年 商品化（優れた絶縁性・耐火性）

戦後は農薬の効力持続剤として DDT 等の農薬に混合散布

1933 年 製造工場で皮膚障害（24 人中 23 人）

肝障害による死亡例も

1966 年 ジェンセン（スウェーデン）が魚や鳥に PCB の蓄積を報告

1967 年 エストロゲン様作用（209 種類の異性体の中には抗エストロゲン様物質もあり）

1968 年 カネミ油症事件（北九州）

ライソオイル（米ぬか油）製造工程で熱媒体として使われていた PCB が混入。健康食品だったため体調が悪くなったヒトほど問題の油を使うという悪循環。

母親に蓄積 胎児に影響

甲状腺（図 14）や神経機能障害，発癌性

1969 年 米国フロリダで工場から漏出 多数の魚とカニが死亡

英国アイリッシュ海で 5 万羽以上の海鳥が急死（肝の PCB 異常高値）

1970 年 毒性は微量に含まれる副生成物 **Polychlorodibenzofuran**（ダイオキシンの一種）に起因とオランダのグループが報告

1972 年 生産中止

1974 年 製造・輸入の禁止

#### 8-3-4. 悪名高きダイオキシン

図 16 ダイオキシン被災地



南ベトナム，枯葉剤作戦，1962 - 1971



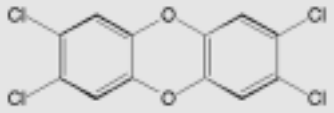
Seveso，ミラノの北，イタリア；Trichlorophenol 合成反応の制御に失敗し工場爆発，数 kg が飛散；1976 急性毒性による死者 0；草を食べた動物は死；後遺症，両論



Love Canal，ナイアガラの滝に比較的近い，New York 州，USA；1978 年に発覚；当時の大統領 J. カーター；化学工場の廃棄物場跡の埋立地（格安だった）に学校を中心として新興住宅地；事件後，ゴースタウン化，現在 再興の兆し。  
<http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/>

図 17 話題の毒物ダイオキシン（扇動ピラ）

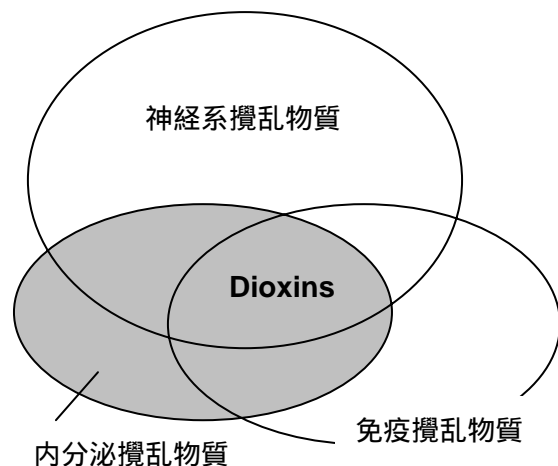
**Dioxins**  
Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins



2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin

- 1) 意図して製造した化合物ではない
- 2) 史上最強の毒物  
KCNの 10,000倍  
サリンの 2倍
- 3) 枯葉作戦（ベトナム，1960s）  
200 kg
- 4) 工場の事故（イタリア，1976）  
700 m X 2 kmにわたって汚染
- 5) 人類が作った最悪の毒物
- 6) 甲状腺機能低下
- 7) Ah 受容体を介した作用機構

毒物の分類と作用から見た多面性



1957 年 ドイツの科学者によってダイオキシンの毒性が初めて報告された。ウサギの耳に塗布 吹き出物ができ死亡。以来 要注意化合物として厳重管理。



#### 8-4. プラスチック関連の環境ホルモンの歴史

図 18



ソンネンシャイン

オレア

ソト

図 19

1987 年 米国ボストンのタフツ大学解剖学教室 (A.M. Soto, C. Sonnenschein *et al.*)

エストロゲン要求性の乳がん細胞の培養中にプラスチック容器からエストロゲン様物質が溶出していることに気づいた (図 18)。

1991 年 その物質がノニルフェノール (抗酸化剤) であることを突き止めた。癌の研究から環境ホルモンの研究へと転身。

1993 年 スタンフォード大学の D. Feldman らが 加熱ポリカーボネート容器からエストロゲン様物質 (ビスフェノール A) が溶出すると報告。

#### 8-5. 環境問題の歴史 (日本編)



図 20 (水俣, 熊本県, 九州, 日本)



図 21 (神岡, 岐阜県; 阿賀野川, 新潟県, 日本)

1956 年 水俣で奇病発生の報告 (図 20)

1959 年 水俣病の原因は魚介類中の有機水銀化合物と熊本大学医学部が結論

1962 年 (R. Carson 「沈黙の春」 出版)

1965 年 四日市市公害認定制度発足

新潟県阿賀野川流域に有機水銀中毒患者が集団発生 (図 21)

イタイイタイ病の原因として上流鉱山の廃液が浮上 (図 21)



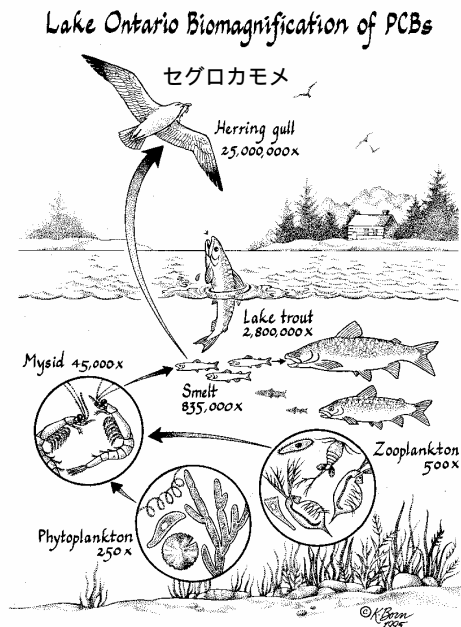
- 1967 年 新潟県阿賀野川流域有機水銀中毒は工場排水が原因と判明  
イタイタイ病と神岡鉱山のカドミウムの関連強まる（図 21）
- 1968 年 大気汚染防止法  
カネミ油症事件（北九州北部）  
（スカンジナビアの酸性雨 英・欧の汚染が原因）
- 1969 年 初の公害白書
- 1970 年 光化学スモッグ注意警報発令体制
- 1971 年 環境庁発足
- 1973 年 海洋汚染防止法  
PCB, DDT などを世界で最初に法規制し，製造禁止  
（ワシントン条約，絶滅危惧種の国際取引制限）
- 1974 年 公害研究所 筑波に発足  
環境庁 PCB などの化学物質の残留状況と生態影響の調査開始  
トリブチルスズ（1983 年以降），ダイオキシン（1985 年以降）等の調査もあり世界  
に誇るべきデータベースとなっている。
- 1976 年 （イタリアのセブソで農薬工場事故）
- 1978 年 （米国ラブキャナル事件，埋め立て地）
- 1984 年 （インドのボパールで農薬工場事故）
- 1985 年 （英国 南極上空のオゾンホールが存在を発表）日本の南極観測隊がこれ以前に発見  
していた？
- 1990 年 有機スズ化合物（TBT など）の使用禁止。全面的禁止は世界で日本のみ
- 1993 年 環境基本法
- 1996 年 T. Colborn *et al.* の「奪われし未来」や英国 BBC 番組の日本向け再放送，1997 年の  
サイエンスアイ（NHK），NHK スペシャルなどがきっかけとなってマスコミ・出版  
界・官公庁発のダイオキシンフィーバーが起きた。
- 1998 年 ダイオキシンフィーバーのさなか，日垣 隆「ダイオキシン猛毒説の虚構」を文芸春  
秋 1998.10 月号に発表。冷静に公害の本質に目を向けるように。
- 1999 年 東工大「環境安全論」を全学科目として開講



図 22 The CO<sub>2</sub> river

## 9. 環境ホルモンの作用機構

図 23

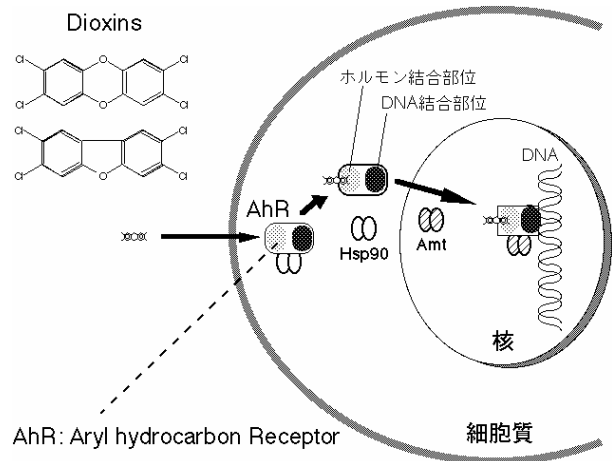


標的遺伝子: P450 family, oxidoreductase genes etc.

オンタリオ湖 (図 16 下) 2,500 万倍にもなる

図 24

環境ホルモンによる遺伝子の活性化



**課題 4** 現在推定されているダイオキシンの作用機構を上図に基づいて説明せよ。最近の進展: Nature 423 (2003) 487, 545; ibid 446 (2007) 562

- 1) 食物連鎖による驚異的な濃縮 (図 23)
- 2) 脂肪組織に蓄積
- 3) 母親に影響を与えないレベルでも、胎児に重大な影響。本来、胎児は胎盤のバリアー (胎盤血液関門) によって守られているが、メチル水銀等は胎盤を透過してしまう。胎児性水俣病やカネミ油症関連の PCB 胎児症。成人してから影響がでる場合も多い (遅発性 初期発生の特定の段階のみが環境ホルモンの感受性で、その影響は、曝露されてから十何年もたってでる) [参考] 特定の一時期が重要であとは取り返しがつかない例: 1) 眼帯による弱視, 2) 横縞の見えないネコ, 3) 同性愛。
- 4) ステロイドホルモン受容体 (女性ホルモン受容体)・甲状腺ホルモン受容体・Ah 受容体等に結合して調節系を攪乱すると考えられている (図 5, 14, 24)。ステロイドホルモンの威力は、運動選手のドーピングからもよくわかる。図 24 には ダイオキシン類が解毒系を活性化する Aryl hydrocarbon 受容体 (AhR) に結合し、遺伝子の発現を狂わせる様子が示してある。

## 10. 環境問題の観点からも望まれるバイオサイエンスの進歩

図 25

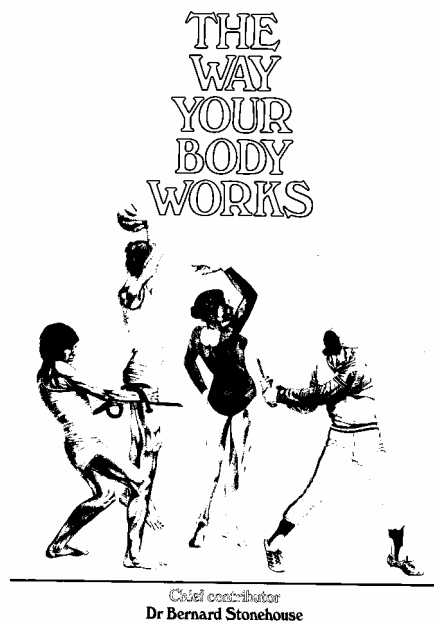
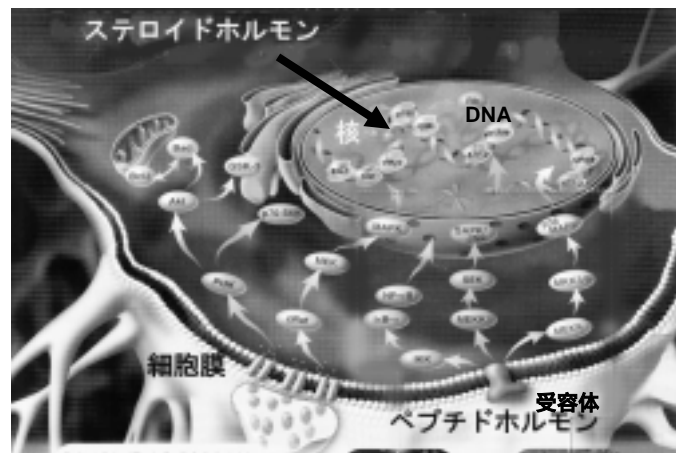


図 26



神経系と内分泌系を駆使した制御系（細胞レベル・分子レベルでの理解へ）  
ヒトはどこから来てどこへ行こうとしているのか  
生命現象の理解度が文明のバロメーターである