

放射能はなぜ生命と相容れないのだろうか

三陸の海を放射能から守る岩手の会 永田丈夫

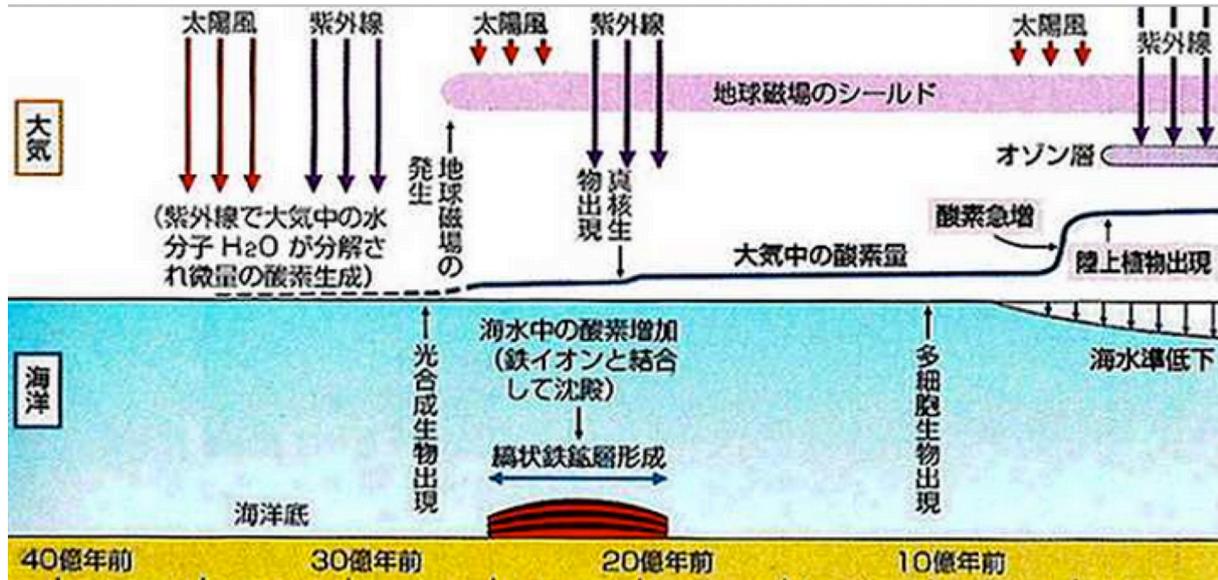
1) 今福島や周辺県の生物(ヒト、他)に起こっていること

子どもの甲状腺がんの増加 心筋梗塞の増加 蝶の異常 アブラムシの異常 鼻血 誕生性比が変化?
野生生物に放射性セシウムの蓄積 その他 (情報が公開されていない)

* チェルノブイリや周辺国では 上記に加え汚染地に住む健康な子どもの減少(慢性病増加)、白血病の増加、寿命の低下、ダウン症の増加等

2) 生命の歴史 36億年前海に生命出現 宇宙線・紫外線が遮られ海から陸へ生命が上陸

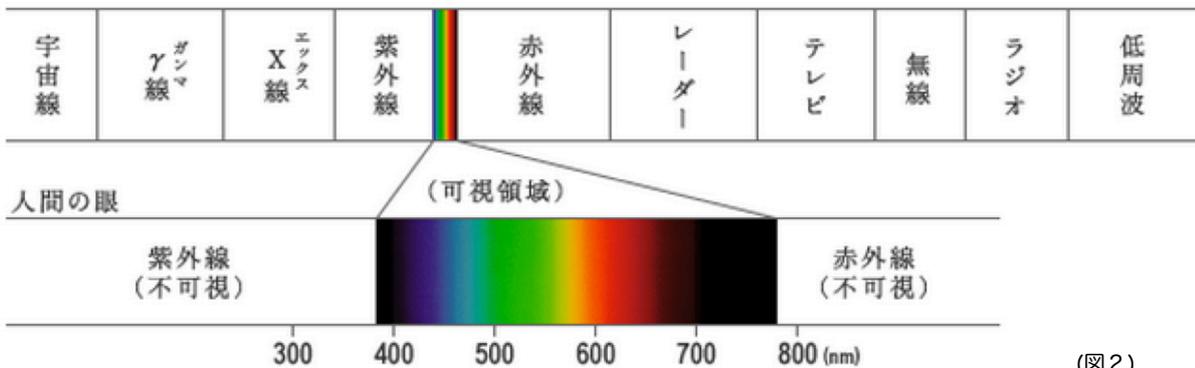
(図1)



* 地球の地磁気によるバンアレン帯により直接宇宙線にさらされなくなった。光合成生物により酸素が発生してオゾン層が出来、紫外線が遮られ海から陸上に生物が上陸できた。

* 海には豊富で陸上に少ないヨウ素は、陸上植物が高濃度に濃縮し、それを動物が利用し上陸できた。

3) 可視光のエネルギー領域を植物は利用し光合成(デンプン)を行い、動物は食べ生命を維持してきた。



(図2)

* 可視光領域の(光子#の)エネルギーは1~数 eV、これは有機化学反応(生体内 C-H 反応)領域のエネルギーである。紫外線は 100~1000eV、X線は 1000eV~、ガンマ線は 1000000 (1MeV) eV~ の光子エネルギーを持っている。生体が高エネルギーの X線やガンマ線にさらされると、生体を構成する C-H 等の化学結合が破壊されることになる。特に遺伝子 DNA へのキズは急性・晩発性の障害を与える。

* 紫外線による皮膚がんの原因は、直接作用と間接作用(フリーラジカル)が考えられている。

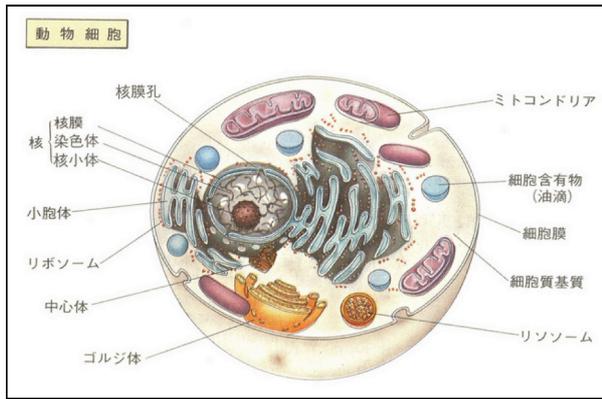
* ヒトは光合成で作られた植物を食べ、木、石炭、石油を利用しエネルギーを得てきたが原子核エネルギーはその大きさが数百万倍~数千万倍大きく生物にとり未経験世界であり、適応・制御に困難をきたしている。

高エネルギーの電磁波が物質に衝突するときには波としてではなく光の粒子(光子)として作用すると考えて、その作用が説明されている。波長が短いほどエネルギーが高い $E=h \cdot \nu$

4) 生命現象の主役遺伝子 DNA とその働き

平均的成人は約 60 兆個の細胞からできている。その細胞の平均的な化合物の割合は水が 70%、タンパク質 18%、脂質 5%、炭水化物 1%、核酸 1.35% (DNA が 0.25%、RNA が 1.1%) その他代謝物 3%、無機イオン 1% などである。タンパク質は体をつくり、生体内の反応を触媒し、体の生理状態を調節し、体の異物からの防御を行なっているのはみなタンパク質の仲間である。これらはすべて DNA が持っている遺伝情報(塩基配列)として保持されている製造設計図により合成される。DNA なしに生命現象はありえない。

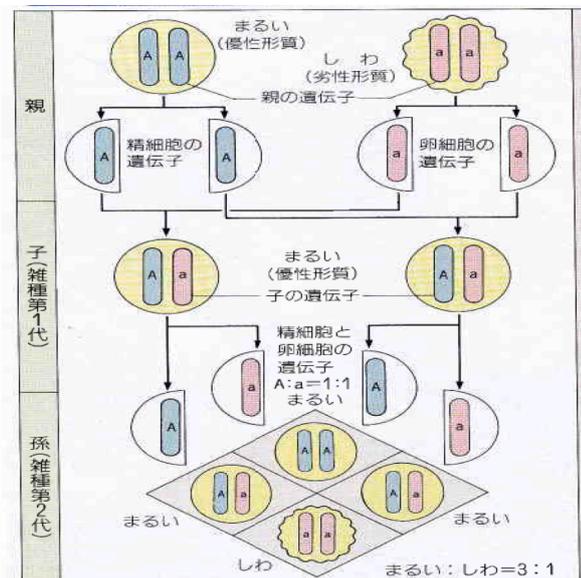
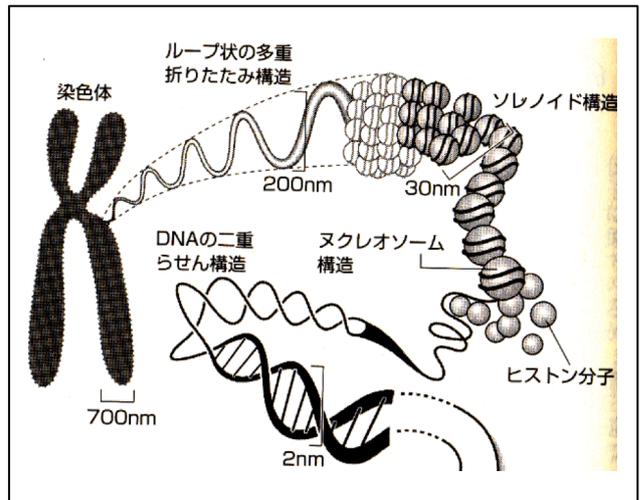
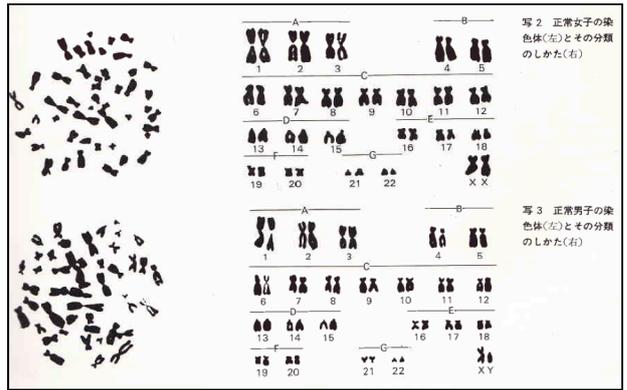
(図3)



タンパク質は 20 種あるアミノ酸を多数組み合わせで作られる。アミノ酸は核の染色体を構成している DNA の 4 種ある塩基のうち 3 個 (同種を含む) のコドン配列により決まる。タンパク質を作るコドンの集まり単位を遺伝子と言う。DNA 塩基は A(アデニン), T(チミン), G(グアニン), C(シトシン)があり A と T, G と C が必ずペアをつくる。DNA 配列を核の mRNA が読み取り、核外のリボソームまで移動しそこで、tRNA はアミノ酸を設計通りの順序に並べ、アミノ酸はペプチド結合により連結しタンパク質が作られる。

*ヒトの染色体は 23 組 46 本ある。半分は父方から残り半分は母方から受け継いだものだ。女性は 23 組目の性染色体が XX、男性は XY という違いが性を決定付けている。ヒトのゲノム (染色体 23 組) は約 30 億塩基対の DNA から成り立っている。

下図上から (図4) (図5) (図6)



上から (図7) (図8)

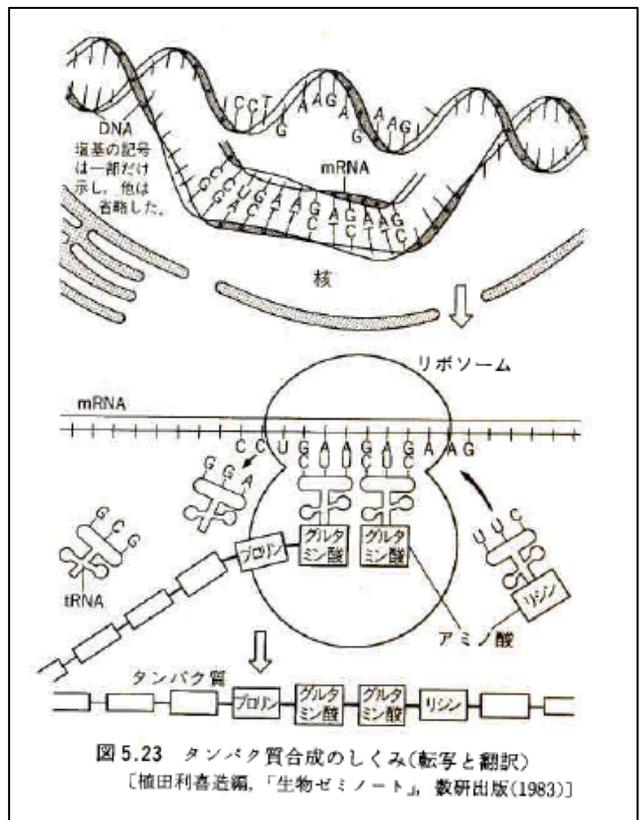


図 5.23 タンパク質合成のしくみ(転写と翻訳) [植田利春編, 「生物ゼミノート」, 数研出版(1983)]

【突然変異の蓄積】親の生殖細胞(DNA)についてしまった傷は卵細胞や精子を通して未来永劫いつまでも子孫に伝えられます。放射能で汚染していけば、この傷が増えて蓄積していき、未来の世代に障害が現れます。

5 さまざまな放射線障害 【「環境学」市川定夫（遺伝学者）著から】

放射線被ばくによって生じる放射線障害は、まず、身体的障害と遺伝的障害に分けられ、身体的障害は、さらに急性障害と晩発性障害に分けられる。

身体的障害とは、放射線を被ばくした固体に現れる障害である。そのうち、急性障害は、被爆後短時間で現れるものであり、晩発性障害は、被ばく後長期間を経て現れるものである。一方、遺伝的障害は、生殖細胞で起こるもので、被ばくした個体ではなくその子孫に現れる障害である。

ヒトに現れる急性障害には①けいれん、運動失調など神経系の障害 ②骨髄の新生能喪失、白血病減少など造血系の障害 ③食欲不振、消化不良、下痢、腸内出血など消化器系の障害 ④脱毛、皮膚剥離、水疱、皮膚炎、紅紫斑、色素沈着など皮膚の障害 ⑤結膜や鼻腔粘膜など粘膜の炎症 ⑥血管内膜損傷とそれによる内出血など循環系の障害 ⑦放射線肺炎など呼吸器の障害 ⑧排卵異常、流産、精子減少など生殖器系の障害などがある。

晩発性障害には慢性白血球減少症、免疫能低下、白血病、さまざまな悪性ガン（腫瘍）、白内障、寿命短縮などがある。このうち、とくに白血病、悪性ガン、免疫能低下が深刻である。

こうした身体的障害、とくに晩発性障害の多くは、体細胞で起こった遺伝子 DNA や染色体の変化つまり遺伝学的障害によるもので、遺伝学的障害は、細胞から細胞へと伝えられるから、次に説明する遺伝的障害と、それが起こった細胞は違っていても、本質的に異なるものではない。

遺伝的障害とは、生殖細胞で起こった遺伝学的障害によるもので、子孫に遺伝される。さまざまな遺伝子突然変異^{*1)} や染色体異常^{*2)} が起こり、哺乳動物では、胎内致死、幼児期致死、異常形態（奇形）、機能障害、不妊、精神発達障害など重大な結果をもたらす突然変異や染色体異常から、生命や健康に直接影響しない、形や色、大きさの突然変異まで、実にさまざまである。

これら突然変異は、優性のもの、劣性のもの、それに伴性のものがある。優性突然変異は、それが次代に伝えられると、必ず現れる。劣性突然変異は、次代に伝えられても現れず、その劣性突然変異遺伝子が二つ揃う可能性が出てくる次々代以降にしか現れない。伴性突然変異は、性を決定する性染色体の X 染色体に起こった劣性突然変異で、ヒトの場合、女性は X 染色体を二本もっているが、男性は一本しかもっていないので、次代の男子に伝えられると必ず現れるが、女性の側では通常の劣性突然変異と同様である。

また、染色体異常の場合は、いくつもの遺伝子が同時に失われて複数の遺伝形質が同時に変わったり、致死になったり、減数分裂での相同染色体の対合が異常になって不妊が起こったりする。

なお強調しておく必要があるのは、放射線によって誘発される突然変異のほとんど大部分が、その生物にとって有害なものであることである。またそのやはり大部分が劣性突然変異であり、すぐには現れないため、その生物種の集団中に隠されて保存され、容易に選択（淘汰）を受けないために、その集団中の突然変異遺伝子の頻度が上昇することになり、世代が進むにつれ、突然変異個体つまり同じ劣性突然変異遺伝子を二つ揃え持つ個体が頻発することになる点も重要である。

* 1) : その大部分が DNA 鎖の切断によるもので、多数の塩基対を失ったものが多い。

* 2) : 染色体の部分欠失、重複、転座、逆位などの構造的変異や染色体数の変化が起こる。

※チェルノブイリ事故始末に関わったリクビダートルたちは 50~200mSv の被ばくをしたと考えられている。染色体の異常が、特にリクビダートルを父とする子どもに多い傾向が見られている。事故前に生まれた姉姉と比較すると、事故後に生まれた子どもの染色体異常は 7 倍も多かった。父親の生殖細胞における変異が、子どもに遺伝したものと考えられる。（「放射能と人体」落合栄一郎著） (図 10) 放射線と細胞被ばく

(図 9) さまざまな染色体異常の例

細胞周期	染色体内交換			染色体間交換		
G ₀ 期	切断	修復	切断	切断	切断	切断
リンパ球染色体						
S期						
分裂中期						
異常の種類	正常	環染色体と断片 Cu(不安定型)	逆位 Cs(安定型)	正常	2動原体と断片 Cs(不安定型)	転座 Cu(安定型)
安定型/不安定型						

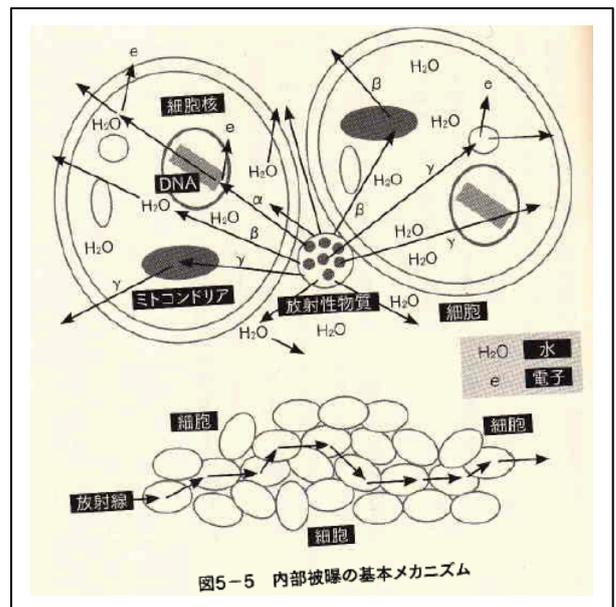


図5-5 内部被曝の基本メカニズム

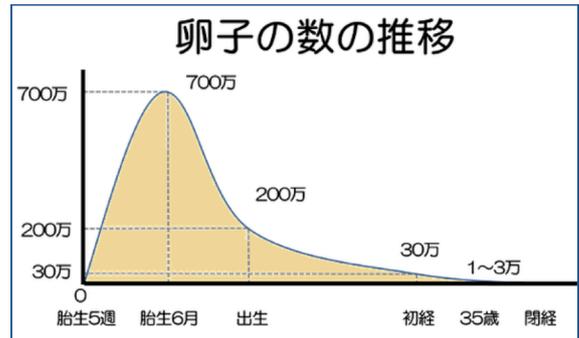
【放射線は標的を選ばない】

高速で飛ぶ α 、 β 、 γ （光子）線は生物を構成している有機化合物から元素間の結合の手となっている電子を跳ね飛ばし化合物を破壊する。放射性粒子のエネルギーは化学結合の約 100 万倍あり、1 個の放射性粒子は数

十～数万個もの化合物を破壊（電子を跳ね飛ばしイオン化）する。強大なイオン化エネルギーで遺伝子 DNA そして染色体を切断するなど直接的影響を与える。細胞には水分子が最も多いので放射線によりヒドロキシルラジカル（活性酸素）など反応性の高いものができ、これは周辺の DNA をはじめとする化合物を酸化し傷つける。（DNA の修復機能もあるが・・・）

【遺伝子・染色体損傷による遺伝病】

- ・ 現在遺伝病として知られている病気は約 1 万種
- ・ 遺伝病の遺伝子は劣性遺伝子がほとんどであり、対になっている遺伝子が優性の場合障害は発生しない。しかし両方とも劣性の場合には遺伝病が発現する。
- ・ 全ての人が何らかの劣性遺伝病の遺伝子を 5～6 個は持っている。しかし、放射線などにより遺伝病遺伝子が増加し蓄積している可能性がある。これが性細胞（卵子、精子）を通して子孫に受け継がれ、未来世代に遺伝病が多発する可能性が高まってくる。
- ・ 遺伝子が性染色体に存在するときは劣性遺伝子であっても、男子の場合は発現する
- ・ 妊娠中に化学物質など（アルコール、カフェイン、タバコ、X線、抗生物質、風疹）と関わったため先天性疾患の子どもが誕生した場合、これは遺伝病でない。



(図 11) 卵子は作り直しができない、精子は常に細胞分裂し作られている

6. 分裂している細胞ほど放射線に弱い 【「いのちと放射能」柳澤桂子著から】

分裂していない細胞では、情報テープ(DNA)はコンパクトに折り畳まれていることをすでに書きましたが、分裂中の細胞では情報テープをコピーするためにテープはほどけて長く伸びています。・・・このように伸びている情報テープは折り畳まれたテープよりずっと放射線の作用を受けやすいのです。ぎりぎりどと堅く巻きついたひもを切るより長く伸びたひもを切る方が簡単ですよね。したがって、盛んに分裂している細胞ほど放射線に弱いということになります。そのために、おとなでは骨髄のような盛んに分裂しているところで細胞のガン化が起こりやすいのです。人間が年を取るにつれて、自然に起こる情報テープの写しちがいは増えてきますし、免疫機構の力も弱くなります。ですから一般にガンは成人病ですが、放射線によって引き起こされるガンは細胞の分裂の速い若い人ほど起こりやすいということになります。

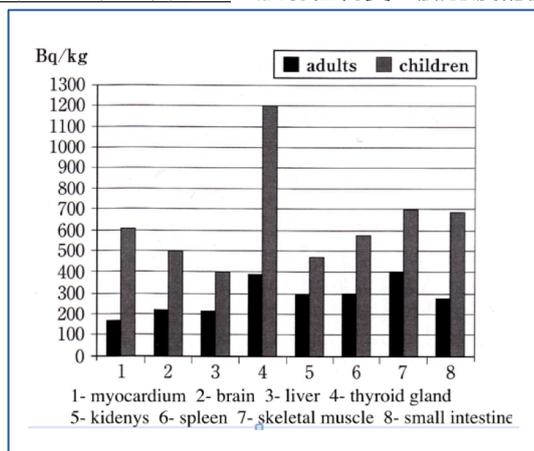
○・・・放射能の線量に比例して細胞の中の情報テープに傷をつけつけます。いちばんおそろしいことは、卵や精子の情報テープについてしまった傷は卵細胞や精子を通して未来永劫いつまでも子孫に伝えられるということです。地球を放射能で汚染していけば、半減期の長い元素の放射能は増え続けるでしょう。そして突然変異も蓄積していくでしょう。

* 学童は大人の 10 倍の早さでヨウ素を甲状腺に取り込む、乳・胎児は学童の 10 倍の早さで取り込む。

7. DNA だけによらない遺伝のしくみ エピジェネティック

- ・ 病因が放射線により遺伝子を制御する部分の働きが異常になるためもたらされている可能性がある。
- ・ 甲状腺、生殖腺の障害に端を発するなど、様々な病状へと発展している可能性が強い。
- ・ 極度の疲労・免疫力の低下・臓器の機能障害・発達障害・神経不安定

8. その他の問題 ・放射性物質の臓器濃縮被ばく ・バイスタンダー効果 ・ペトカウ効果 ・K と Cs



(図 12)バンダジェフスキーCs137 臓器濃縮

<おわりに> ヒトが持つ約 10 万種ある遺伝子（タンパク質合成）が、福一原発事故による放射線の影響で突然変異を起こし、染色体が変異するなどしてそのキズが生殖細胞により未来へ受け継がれていくのではないのでしょうか。突然変異のキズが蓄積していくことは、未来世代の遺伝病発現の可能性を増し、その集団の存亡に関わることになってきます。遺伝子・染色体の損傷は個人の問題から集団の問題そして人類の存続の問題になってきます。そこに放射能の大きな脅威があります。

(参考にした図書)

- いのちと放射能 ちくま文庫柳澤桂子著
- 新公害原論 新評論 環境学 藤原書店 市川定夫著
- 放射能と人体 講談社ブルーバックス 落合栄一郎著
- 恐るべきフロンガス汚染 合同出版 泉邦彦著
- 生命 学研原色現代科学大事典 7

- 生命のしくみ 日本実業出版入門ビジュアルサイエンス 石浦章一著
- ヒトゲノムのしくみ 日本実業出版入門ビジュアルサイエンス 大石正道著
- ウクライナ政府報告書「チェルノブイリ事故から 25 年 Safety for the Future より」女性ネットワーク
- チェルノブイリ被害の全貌 岩波書店 星川淳他翻訳チーム 他多数