GENOME MAP

ヒトゲノムマップ

ゲノムとは…

gene 遺伝子

+) －**ome** 全体※もしくはchromos**ome**（染色体）

genome ゲノム（遺伝情報全体）

※ゲノムの名前の由来は2つの説が知られています。

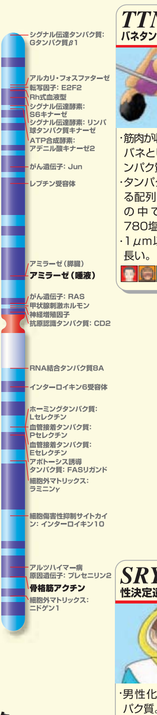
ヒトの染色体には、長いものから順に1～22番と名付けられた22種類の常染色体と、XおよびYと呼ばれる性染色体があります。男性は常染色体を2セットとX、Yを1本ずつ、女性は常染色体を2セットとXを2本もっています。いずれの場合も合計は23対、46本になります。私たちは父親と母親から23本ずつの染色体を受け継いで生まれます。

それぞれの染色体には、長い二重らせん形のDNA（デオキシリボ核酸）が1本ずつ折り畳まれて収納されており、23本すべてをつなぐと、1mにもなります。**「ゲノム」とは、この23本のDNAに含まれる遺伝情報全体（すべての遺伝子と非遺伝子領域を合わせた情報）のことなのです。**ヒトのゲノム情報をすべて解読するヒトゲノムプロジェクトでは、染色体ごとにDNAの暗号文（塩基配列）がくわしく読まれました。ヒトゲノム全体に含まれる遺伝子の数は、約2万6800個※であると推定されています。

※ 複数の推定値のうち、総遺伝子数が最も多いデータベースに基づく数値です。

AMY1A
アミラーゼ（唾液）

・デンプン等を加水分解して体のエネルギー源となる糖に変換する酵素。
・ごはんをかむと次第に甘くなるのは、唾液中のこの酵素によって米のデンプンが分解され、糖ができるからである。

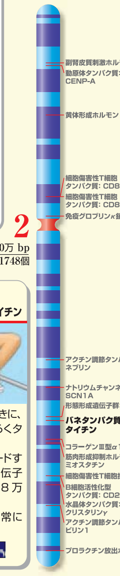

シグナル伝達タンパク質: Gタンパク質β1
アルカリ・フォスファターゼ
転写因子: E2F2
Rh式血液型
シグナル伝達酵素: S6キナーゼ
シグナル伝達酵素: リンパ球タンパク質キナーゼ
ATP合成酵素: アデニル酸キナーゼ2
がん遺伝子: Jun
レプチン受容体
アミラーゼ（膵臓）
アミラーゼ（唾液）
がん遺伝子: RAS
甲状腺刺激ホルモン
神経増殖因子
抗原認識タンパク質: CD2
染色体番号
1
塩基対数 — 2億7900万 bp
遺伝子数 — 2610個
RNA結合タンパク質8A
インターロイキン6受容体
ホーミングタンパク質: Lセレクチン
血管接着タンパク質: Pセレクチン
血管接着タンパク質: Eセレクチン
アポトーシス誘導タンパク質: FASリガンド
細胞外マトリックス: ラミニンγ
細胞傷害性抑制サイトカイン: インターロイキン10
アルツハイマー病原因遺伝子: プレセニリン2
骨格筋アクチン
細胞外マトリックス: ニドゲン1

ACTA1
骨格筋アクチン

・筋肉をつくっている収縮性をもつタンパク質。
・体を構成する全タンパク質の重量の約10%を占める。
・ウサギの骨格筋から発見された。

TTN
バネタンパク質: タイチン

・筋肉が収縮するときに、バネとしてはたらくタンパク質。
・タンパク質をコードする配列は、ヒト遺伝子の中で最長の8万780塩基対。
・1μm以上と、非常に長い。

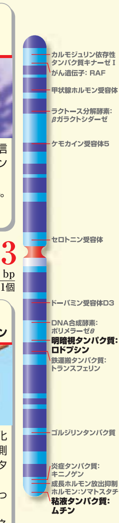

2
2億5100万 bp
1748個
副腎皮質刺激ホルモン
動原体タンパク質: CENP-A
黄体形成ホルモン
細胞傷害性T細胞タンパク質: CD8α
細胞傷害性T細胞タンパク質: CD8β
免疫グロブリンκ鎖領域
アクチン調節タンパク質: ネブリン
ナトリウムチャンネル: SCN1A
形態形成遺伝子群: HOXD
バネタンパク質: タイチン
コラーゲンⅢ型α1
筋肉形成抑制ホルモン: ミオスタチン
細胞傷害性T細胞抗原4
B細胞活性化型タンパク質: CD28
水晶体タンパク質: クリスタリンγ
アクチン調節タンパク質: ビリン1
プロラクチン放出ホルモン

RHO
明暗視タンパク質: ロドプシン

・光を吸収し、その信号を脳に伝えるタンパク質。
・明暗の変化に対応する。

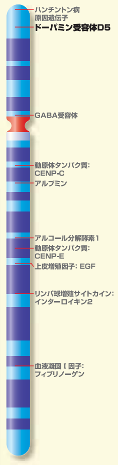
MUC4
粘液タンパク質: ムチン

・気管、胃腸などの消化管、生殖腺などの内側にある粘液の主要タンパク質。
・表面をおおって守っている。
・納豆や山芋などのネバネバの正体でもある。


3
2億2100万 bp
1381個
カルモジュリン依存性タンパク質キナーゼⅠ
がん遺伝子: RAF
甲状腺ホルモン受容体
ラクトース分解酵素: βガラクトシダーゼ
ケモカイン受容体5
セロトニン受容体
ドーパミン受容体D3
DNA合成酵素: ポリメラーゼθ
明暗視タンパク質: ロドプシン
鉄運搬タンパク質: トランスフェリン
ゴルジリンタンパク質
炎症タンパク質: キニノゲン
成長ホルモン放出抑制ホルモン: ソマトスタチン
粘液タンパク質: ムチン

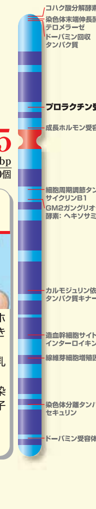
DRD5
ドーパミン受容体D5

・行動のコントロールにかかせないドーパミンを受け取ることで、その作用を引き起こすタンパク質。
・タバコなどの嗜好品がやめづらかったり、麻薬などの薬物に依存してしまう原因は、脳内のドーパミンシステムのはたらきにある。


4
1億9700万 bp
1024個
ハンチントン病原因遺伝子
ドーパミン受容体D5
GABA受容体
動原体タンパク質: CENP-C
アルブミン
アルコール分解酵素1
動原体タンパク質: CENP-E
上皮増殖因子: EGF
リンパ球増殖サイトカイン: インターロイキン2
血液凝固Ⅰ因子: フィブリノーゲン

PRLR
プロラクチン受容体

・プロラクチンというホルモンの作用を引き起こすタンパク質。
・この作用により、母乳が出るようになる。
・プロラクチンは6番染色体上の*PRL*遺伝子からつくられる。

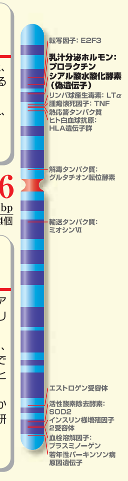

5
1億9800万 bp
1190個
コハク酸分解酵素-A
染色体末端伸長酵素: テロメラーゼ
ドーパミン回収タンパク質
プロラクチン受容体
成長ホルモン受容体
細胞周期調節タンパク質: サイクリンB1
GM2ガングリオシド分解酵素: ヘキソサミニダーゼβ
カルモジュリン依存性タンパク質キナーゼⅣ
造血幹細胞サイトカイン: インターロイキン3
線維芽細胞増殖因子-1
染色体分離タンパク質: セキュリン
ドーパミン受容体D1

PRL
乳汁分泌ホルモン: プロラクチン

・赤ちゃんが生まれると、つくられるようになるホルモン。
・脳下垂体から放出され、乳腺を刺激する。

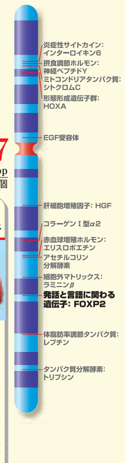
CMAH
シアル酸水酸化酵素（偽遺伝子）

・シアル酸の構造を、アセチル体からグリコリル体に変える酵素。
・この酵素の遺伝子は、ヒト以外の霊長類では機能しているが、ヒトでは退化している。
・生理学的機能はわかっておらず、今後の研究が期待される。


6
1億7600万 bp
1394個
転写因子: E2F3
乳汁分泌ホルモン: プロラクチン
シアル酸水酸化酵素（偽遺伝子）
リンパ球産生毒素: LTα
腫瘍壊死因子: TNF
熱応答タンパク質
ヒト白血球抗原: HLA遺伝子群
解毒タンパク質: グルタチオン転位酵素
輸送タンパク質: ミオシンⅥ
エストロゲン受容体
活性酸素除去酵素: SOD2
インスリン様増殖因子2受容体
血栓溶解因子: プラスミノーゲン
若年性パーキンソン病原因遺伝子

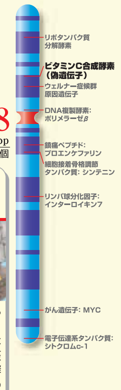
FOXP2
発話と言語に関わる遺伝子

・発話や言語に関わる脳の領域をつくるのに重要な役割を果たすタンパク質。
・同じ遺伝子をヒトとチンパンジーで比較すると、2塩基のみが異なることがわかっており、この差がヒトに優れた言語能力をもたらした可能性がある。


7
1億6300万 bp
1378個
炎症性サイトカイン: インターロイキン6
摂食調節ホルモン: 神経ペプチドY
ミトコンドリアタンパク質: シトクロムC
形態形成遺伝子群: HOXA
EGF受容体
肝細胞増殖因子: HGF
コラーゲンⅠ型α2
赤血球増殖ホルモン: エリスロポエチン
アセチルコリン分解酵素
細胞外マトリックス: ラミニンβ
発話と言語に関わる遺伝子: FOXP2
体脂肪率調節タンパク質: レプチン
タンパク質分解酵素: トリプシン

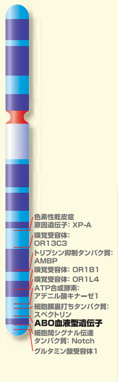
GULOP
ビタミンC合成酵素（偽遺伝子）

・ビタミンCを合成する酵素。
・ヒトやチンパンジーは食物からビタミンCを摂取できるので、この酵素を必要とせず、この遺伝子は退化している。
・このように退化した遺伝子は偽遺伝子とよばれ、ヒトゲノム中に多数存在する。


8
1億4800万 bp
927個
リポタンパク質分解酵素
ビタミンC合成酵素（偽遺伝子）
ウェルナー症候群原因遺伝子
DNA複製酵素: ポリメラーゼβ
鎮痛ペプチド: プロエンケファリン
細胞接着骨格調節タンパク質: シンテニン
リンパ球分化因子: インターロイキン7
がん遺伝子: MYC
電子伝達系タンパク質: シトクロムc-1

ABO
ABO血液型遺伝子

・赤血球に目印をつける酵素。
・目印にはA型、B型の2種類があり、この組み合わせで血液型が決まる。
・目印がつかない場合はO型になる。

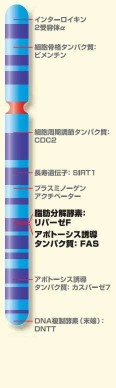

9
1億4000万 bp
1076個
色素性乾皮症原因遺伝子: XP-A
嗅覚受容体: OR13C3
トリプシン抑制タンパク質: AMBP
嗅覚受容体: OR1B1
嗅覚受容体: OR1L4
ATP合成酵素: アデニル酸キナーゼ1
細胞膜裏打ちタンパク質: スペクトリン
ABO血液型遺伝子
細胞間シグナル伝達タンパク質: Notch
グルタミン酸受容体1

LIPF
脂肪分解酵素: リパーゼF

・脂肪を脂肪酸とグリセリンに分解する消化酵素。
・胃液に含まれる。

FAS
アポトーシス誘導タンパク質

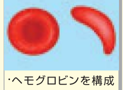
・細胞が自分から進んで引き起こす細胞死（アポトーシス）を誘導するタンパク質。
・このことを応用して、がん細胞のみをアポトーシスに追いやり、治療に役立てようとする研究が行われている。


10
1億4300万 bp
983個
インターロイキン2受容体α
細胞骨格タンパク質: ビメンチン
細胞周期調節タンパク質: CDC2
長寿遺伝子: SIRT1
プラスミノーゲンアクチベーター
脂肪分解酵素: リパーゼF
アポトーシス誘導タンパク質: FAS
アポトーシス誘導タンパク質: カスパーゼ7
DNA複製酵素（末端）: DNTT

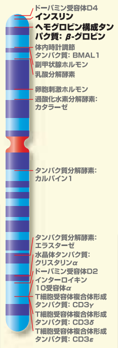
INS
インスリン

・血糖値を調節するホルモン。
・すい臓から放出され、筋肉や脂肪組織、肝臓などに作用する。

HBB
ヘモグロビン構成タンパク質: β-グロビン

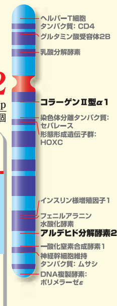


・ヘモグロビンを構成するタンパク質。
・このタンパク質の変異の中には赤血球が鎌状になるものがある。
・鎌状赤血球はこわれやすいため、患者は極度の貧血症になり、死亡することもある。
・ただし、マラリアに対する抵抗性が上がるため、マラリア多発地帯では、この変異をもつ人も多い。


11
1億4800万 bp
1692個
ドーパミン受容体D4
インスリン
ヘモグロビン構成タンパク質: β-グロビン
体内時計調節タンパク質: BMAL1
副甲状腺ホルモン
乳酸分解酵素
卵胞刺激ホルモン
過酸化水素分解酵素: カタラーゼ
タンパク質分解酵素: カルパイン1
タンパク質分解酵素: エラスターゼ
水晶体タンパク質: クリスタリンα
ドーパミン受容体D2
インターロイキン10受容体α
T細胞受容体複合体形成タンパク質: CD3γ
T細胞受容体複合体形成タンパク質: CD3δ
T細胞受容体複合体形成タンパク質: CD3ε

ALDH2
アルデヒド分解酵素2

・アルコールから生成される有毒なアセトアルデヒドを無毒な酢酸に変える酵素。
・お酒に弱い人は、この酵素のはたらきが弱い。


12
1億4200万 bp
1268個
ヘルパーT細胞タンパク質: CD4
グルタミン酸受容体2B
乳酸分解酵素
コラーゲンⅡ型α1
染色体分離タンパク質: セパレース
形態形成遺伝子群: HOXC
インスリン様増殖因子1
フェニルアラニン水酸化酵素
アルデヒド分解酵素2
一酸化窒素合成酵素1
神経幹細胞維持タンパク質: ムサシ
DNA複製酵素: ポリメラーゼε

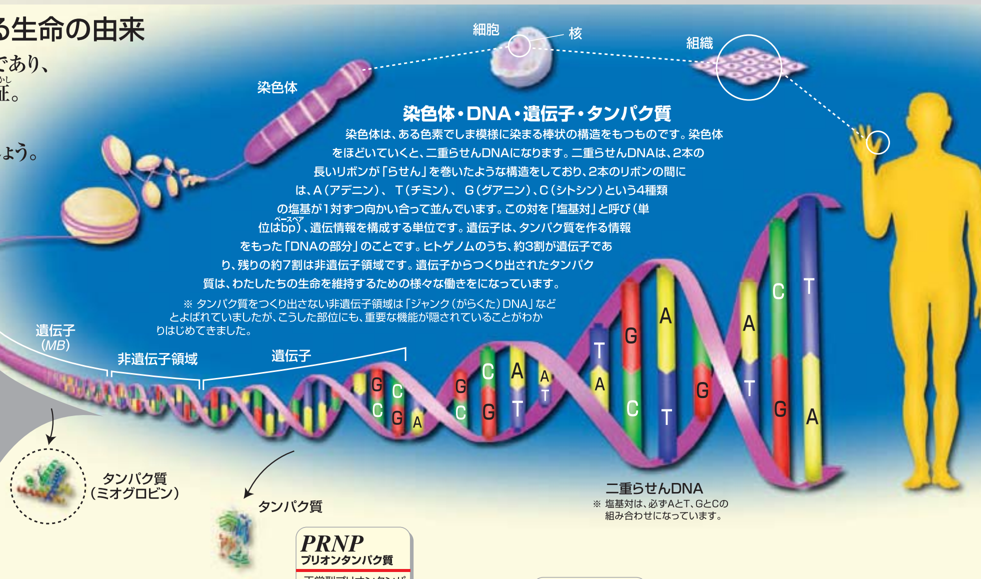
COL2A1
コラーゲンⅡ型α1

・3本鎖のらせん構造をした繊維状タンパク質。
・体や臓器の形を整える役割をもつ。
・体を構成する全タンパク質の重量の25%前後を占める。
・加熱すると、らせんがほどけて水溶性のゼラチンになる。

ここまでわかった!!　ヒトゲノム

ゲノムが教えてくれる生命の由来

ゲノムとは、地球生物の一員であり、
あなたがあなたであることの証（あかし）。
さあ、このマップで、
ヒトゲノムの解読にでかけましょう。


細胞
核
組織
染色体
非遺伝子領域
遺伝子
遺伝子（MB）
タンパク質（ミオグロビン）
タンパク質
G
C
A
T
二重らせんDNA

染色体・DNA・遺伝子・タンパク質

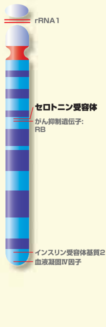
染色体は、ある色素でしま模様に染まる棒状の構造をもつものです。染色体をほどいていくと、二重らせんDNAになります。二重らせんDNAは、2本の長いリボンが「らせん」を巻いたような構造をしており、2本のリボンの間には、A（アデニン）、T（チミン）、G（グアニン）、C（シトシン）という4種類の塩基が1対ずつ向かい合って並んでいます。この対を「塩基対」と呼び（単位はbp（ベースペア））、遺伝情報を構成する単位です。遺伝子は、タンパク質を作る情報をもった「DNAの部分」のことです。ヒトゲノムのうち、約3割が遺伝子であり、残りの約7割は非遺伝子領域です。遺伝子からつくり出されたタンパク質は、わたしたちの生命を維持するための様々な働きをになっています。

※ タンパク質をつくり出さない非遺伝子領域は「ジャンク（がらくた）DNA」などとよばれていましたが、こうした部位にも、重要な機能が隠されていることがわかりはじめてきました。

※ 塩基対は、必ずAとT、GとCの組み合わせになっています。

DNAにかかれた生命の暗号集

あなたを形づくる60兆の細胞のそれぞれが、
30億文字からなるヒトゲノム（暗号集）をもっています。


rRNA1
13
1億1800万 bp
496個
セロトニン受容体
がん抑制遺伝子: RB
インスリン受容体基質2
血液凝固Ⅳ因子

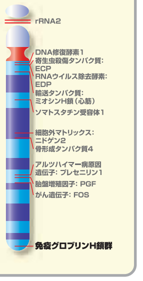
HTR2A
セロトニン受容体

・感情や意識に関与するセロトニンを受け取り、その作用を引き起こすタンパク質。
・精神安定剤や抗不安剤の中には、このタンパク質と結合することで、本来のセロトニンの機能をブロックして効果を得るものがある。

IGH@
免疫グロブリンH鎖群

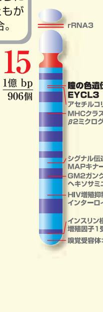
※ @は遺伝子群を示す

・抗体は免疫グロブリンというタンパク質で、H鎖とL鎖からできている。
・この遺伝子からは様々な種類のH鎖がつくられ、多くの種類の抗体ができる。
・この仕組みを明らかにした利根川進博士は、ノーベル医学生理学賞を受賞した（1987年）。


rRNA2
14
1億700万 bp
1173個
DNA修復酵素1
寄生虫殺傷タンパク質: ECP
RNAウイルス除去酵素: EDP
輸送タンパク質: ミオシンH鎖（心筋）
ソマトスタチン受容体1
細胞外マトリックス: ニドゲン2
骨形成タンパク質4
アルツハイマー病原因遺伝子: プレセニリン1
胎盤増殖因子: PGF
がん遺伝子: FOS
免疫グロブリンH鎖群

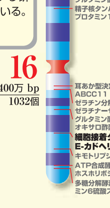
EYCL1&3
瞳の色遺伝子

・瞳（虹彩）の色は、*EYCL1*と*EYCL3*の組み合わせで決まり、茶、緑、青色のいずれかになる。
・茶色: 父母から受け継いだ2つの*EYCL3*のうち1つでも正常である場合。
・緑色: *EYCL3*の2つともが変異し、かつ、2つある*EYCL1*のうち1つでも正常である場合。
・青色: *EYCL3*の2つともが変異し、さらに*EYCL1*の2つともが変異している場合。


rRNA3
15
1億 bp
906個
瞳の色遺伝子（茶/青）: EYCL3
アセチルコリン受容体
MHCクラスⅠ構成タンパク質: β2ミクログロブリン
シグナル伝達酵素: MAPキナーゼキナーゼ
GM2ガングリオシド分解酵素: ヘキソサミニダーゼα
HIV増殖抑制因子: インターロイキン16
インスリン様増殖因子1受容体
嗅覚受容体: OR4F15

CDH1
細胞接着タンパク質: E-カドヘリン

・細胞と細胞を接着するタンパク質。
・組織形成に重要。
・転移するがん細胞の中には、このタンパク質の機能が低下しているものがある。
・このタンパク質の機能を高めてがんの転移を防ごうとする研究が進められている。

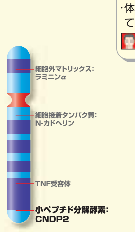

16
1億400万 bp
1032個
ヘモグロビン構成タンパク質: α-グロビン
グルタミン酸受容体2A
精子核タンパク質: プロタミン1
耳あか型決定遺伝子: ABCC11
ゼラチン分解酵素: ゼラチナーゼ
グルタミン酸オキサロ酢酸転移酵素
細胞接着タンパク質: E-カドヘリン
キモトリプシノーゲンB1
ATP合成酵素: アデニンホスホリボシル転移酵素
多糖分解酵素: ガラクトサミン6硫酸スルファターゼ

TP53
がん抑制遺伝子: p53

・細胞分裂をコントロールしているタンパク質。
・この機能が失われると、細胞増殖のブレーキ機能がおかしくなり、がん化が進行する。

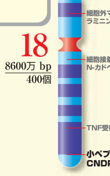
PER1
体内時計調節タンパク質

・体内時計をコントロールするタンパク質。
・睡眠、血圧、体温などのリズムを約24時間周期で調節している。
・このタンパク質は昼間活発にはたらき、夜間はほとんどはたらかない。
・体内時計は光によってリセットされる。


17
8800万 bp
1394個
mRNA合成酵素: ポリメラーゼⅡ
がん抑制遺伝子: p53
体内時計調節タンパク質: PER1
一酸化窒素合成酵素2
水晶体タンパク質: クリスタリンβ
セロトニン回収タンパク質
甲状腺ホルモン受容体
睡眠・覚醒ペプチド: オレキシン
乳がん原因遺伝子1
形態形成遺伝子群: HOXB
神経増殖因子受容体
コラーゲンⅠ型α1
DNA合成酵素: ポリメラーゼγ
シグナル伝達酵素: PKC

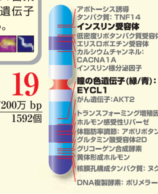
CNDP2
小ペプチド分解酵素

・アミノ酸数個が連なったペプチドをアミノ酸に分解する酵素。
・タンパク質の消化によってできたペプチドをさらに細かくする。


18
8600万 bp
400個
細胞外マトリックス: ラミニンα
細胞接着タンパク質: N-カドヘリン
TNF受容体
小ペプチド分解酵素: CNDP2

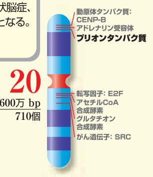
INSR
インスリン受容体

・インスリンを受け取り、その作用を引き起こすタンパク質。
・その作用の結果、細胞内に血液中のブドウ糖（血糖）がエネルギーとして取り込まれるので、血糖値が下がる。
・インスリンは11番染色体上の*INS*遺伝子からつくられる。


19
7200万 bp
1592個
アポトーシス誘導タンパク質: TNF14
インスリン受容体
低密度リポタンパク質受容体
エリスロポエチン受容体
カルシウムチャンネル: CACNA1A
インスリン様分泌因子
瞳の色遺伝子（緑/青）: EYCL1
がん遺伝子: AKT2
トランスフォーミング増殖因子: TGF-β
ホルモン感受性リパーゼ
体脂肪率調節: アポリポタンパク質E
グルタミン酸受容体2D
グリコーゲン合成酵素
黄体形成ホルモン
核膜孔構成タンパク質: ヌクレオポリン
DNA複製酵素: ポリメラーゼδ

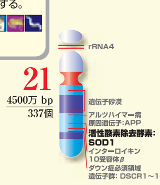
PRNP
プリオンタンパク質

・正常型プリオンタンパク質の機能は未解明だが、最近の研究により、一部の幹細胞の増殖を促していることがわかってきた。
・このタンパク質が変異すると、正常のプリオンを変異型に変化させるという感染性をもつようになり、クロイツフェルト・ヤコブ病やBSE（牛海綿状脳症、狂牛病）の原因となる。


20
6600万 bp
710個
動原体タンパク質: CENP-B
アドレナリン受容体
プリオンタンパク質
転写因子: E2F
アセチルCoA合成酵素
グルタチオン合成酵素
がん遺伝子: SRC

SOD1
活性酸素除去酵素

・活性酸素を除去する酵素。
・活性酸素はDNAにキズをつけて細胞をがん化させたり、生体組織や細胞にキズをつけて老化させたりする。

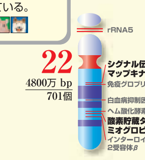

rRNA4
21
4500万 bp
337個
遺伝子砂漠
アルツハイマー病原因遺伝子: APP
活性酸素除去酵素: SOD1
インターロイキン10受容体β
ダウン症必須領域遺伝子群: DSCR1～10

MAPK1
シグナル伝達酵素: マップキナーゼ

・細胞の外からのさまざまなシグナル（刺激）に応答し、伝える役割をもつ酵素。
・さまざまなシグナル伝達系（細胞増殖、細胞分化、発生、ストレス応答）で中心的役割を担う。

MB
酸素貯蔵タンパク質: ミオグロビン

・筋肉細胞中で酸素の貯蔵に関わるタンパク質。
・X線結晶構造解析という手法により、3次元構造が、はじめて明らかにされたことで有名。
・圧迫等で筋組織が損傷を受けると、このタンパク質が血液中に大量に放出され、急性腎不全を引き起こす。
・これは座滅症候群と呼ばれている。


rRNA5
22
4800万 bp
701個
シグナル伝達酵素: マップキナーゼ
免疫グロブリンλ鎖領域
白血病抑制因子: LIF
ヘム酸化酵素
酸素貯蔵タンパク質: ミオグロビン
インターロイキン2受容体β

SHOX
身長伸長タンパク質

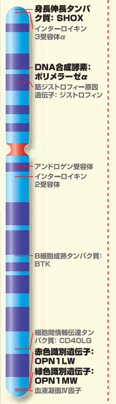
・X染色体、Y染色体に存在する遺伝子。
・SHOXタンパク質は、DNAに結合することでさまざまな遺伝子のはたらきを調整して、身長を伸ばす。

POLA
DNA合成酵素: ポリメラーゼα

・DNAの複製に関わるタンパク質。
・DNAの複製は、二本鎖のDNAがほどかれて一本鎖になり、それぞれの一本鎖を鋳型として行われる。
・新しくできた二本鎖のDNAには複製前のDNAが半分含まれているので、半保存的複製とよばれている。

SRY
性決定遺伝子

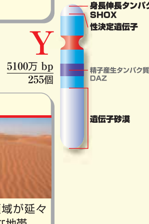
・男性化に関わるタンパク質。
・ヒトの体は元々女性型になっているが、このタンパク質が作用すると精巣ができる。


X
1億6300万 bp
1141個
身長伸長タンパク質: SHOX
インターロイキン3受容体α
DNA合成酵素: ポリメラーゼα
筋ジストロフィー原因遺伝子: ジストロフィン
アンドロゲン受容体
インターロイキン2受容体
B細胞成熟タンパク質: BTK
細胞間情報伝達タンパク質: CD40LG
赤色識別遺伝子: OPN1LW
緑色識別遺伝子: OPN1MW
血液凝固Ⅳ因子

OPN1LW
赤色識別遺伝子

OPN1MW
緑色識別遺伝子

・OPN1LWは赤色を識別する際に、OPN1MWは緑色を識別する際に機能するタンパク質
・そのいずれかのタンパク質が変異すると、赤と緑が判別しにくい色覚を持つことになる。

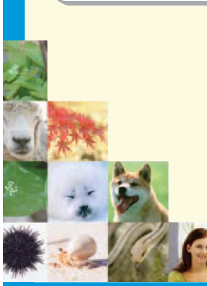

Y
5100万 bp
255個
身長伸長タンパク質: SHOX
性決定遺伝子
精子産生タンパク質: DAZ
遺伝子砂漠

遺伝子砂漠

・非遺伝子領域が延々と続く不毛な地帯。
・このような領域はゲノム上の様々な場所に存在している。

性染色体

一家に1枚
ヒトゲノムマップ
詳しくはWEBへ
http://stw.mext.go.jp/
（科学技術週間）



このマップの見かた

このマップには、ヒトゲノムに含まれる全遺伝子（約2万6800個）のうち、さまざまな機能に関わる約1%分の遺伝子の名前と染色体上の位置が示されています。本来、遺伝子名はアルファベットと数字で表されますが、このマップでは、「通称名」で示されています。これらの「通称名」は、このマップを作る際に、その遺伝子がどのような機能をもつのか、または、どのようなタンパク質がつくられて、どのようにはたらくのかがわかるように考案したものです。また、書かれている遺伝子のうちの1割程度に詳しい解説が加えられています。解説の下には、その遺伝子を持つ生物がアイコンで示されています。ヒトは他の生物とどのような共通の遺伝子をもっているのでしょうか？　見てみてください。（ただし、2006年2月の時点で公開されているデータベースに基づいて作成したものです。アイコンが示されていない生物も、詳しい研究が進むことで、実際にはその遺伝子をもつことがわかる可能性があります。）

※ 複数の遺伝子が同時に解説されている*EYCL1&3*, *OPN1LW*・*OPN1MW*には、アイコンはつけられていません。

AMY1A
アミラーゼ（唾液）

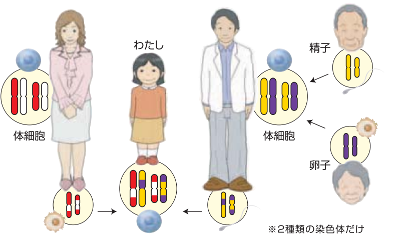
遺伝子名
遺伝子の通称名
遺伝子の機能、または、つくられるタンパク質の解説
同等の遺伝子（オーソログ）をもつ生物

ヒト　チンパンジー　マウス
イヌ　ショウジョウバエ　線虫
イネ　出芽酵母

おじいちゃんも、おばあちゃんも、わたしの中に

世代から世代へ伝わるゲノム

私たちの細胞は、「体細胞（体を作る細胞）」と「生殖細胞（精子、卵子）」からなります。父親のゲノムを譲り受けた精子と、母親のゲノムを譲り受けた卵子が出会うと、新しい組み合わせのゲノムをもつ子ども、つまり「わたし」が生まれます。また、両親の生殖細胞がつくられるときには、祖父母のゲノムがランダムに組みかえられて混ざります。こうして、世代から世代へとゲノムは伝わっていきます。


精子
卵子
体細胞
わたし
精子
卵子
体細胞
卵子
体細胞
精子

※2種類の染色体だけを図示しています。

ナンバーワンより オンリーワン

～世界に1つだけのゲノム～

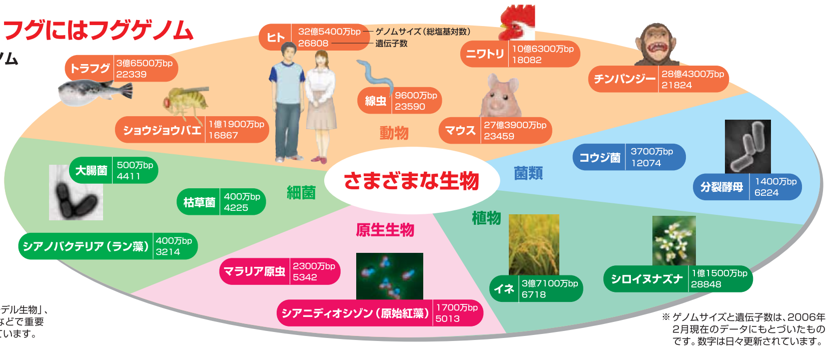
ヒトゲノムの個人差は約0.1%。その多くは、ゲノム中に1000万箇所もある「一塩基多型（スニップ）」と呼ばれる塩基1個の違いです。スニップの組み合わせは、それぞれの人に特有です。私たちは、世界に1つだけのゲノムを持っています。そうしたゲノムの違いに、環境の要因が重なって、各人の個性が生まれます。お酒の強さや耳あかの乾湿など、1つの塩基の違いで大きく左右されるものもありますが、体型や体質、病気のかかりやすさなど、体の多くの性質は、ゲノムと環境の両方が作用して決まっています。

ヒトにはヒトゲノム、フグにはフグゲノム

生命の歴史を刻む、多様なゲノム

ゲノムとは、ひとつの生物がもつ遺伝情報全体のことです。ゲノムの情報からタンパク質がつくられるしくみは、すべての生きものに共通です。一方で、生きものは、それぞれの種に固有のゲノムをもっています。ヒトならヒトゲノム、イヌならイヌゲノム、大腸菌なら大腸菌ゲノム。長い時間をかけて、ゲノムそのものが少しずつ変化することによって、生きものの多様性が生み出されました。ゲノムの違いをしらべると、進化の道筋をたどることができるのです。

これまでに、生物学・医学の基礎研究に適した「モデル生物」、感染症の原因となる微生物、農業・発酵産業などで重要な生物など、300種以上のゲノムが解読されています。


さまざまな生物
ゲノムサイズ（総塩基対数）
遺伝子数
動物
細菌
菌類
植物
原生生物

生物	ゲノムサイズ（総塩基対数）	遺伝子数
ヒト	32億5400万bp	26808
トラフグ	3億6500万bp	22339
ニワトリ	10億6300万bp	18082
チンパンジー	28億4300万bp	21824
線虫	9600万bp	23590
ショウジョウバエ	1億1900万bp	16867
マウス	27億3900万bp	23459
大腸菌	500万bp	4411
枯草菌	400万bp	4225
シアノバクテリア（ラン藻）	400万bp	3214
コウジ菌	3700万bp	12074
分裂酵母	1400万bp	6224
マラリア原虫	2300万bp	5342
シアニディオシゾン（原始紅藻）	1700万bp	5013
イネ	3億7100万bp	6718
シロイヌナズナ	1億1500万bp	28848

※ ゲノムサイズと遺伝子数は、2006年2月現在のデータにもとづいたものです。数字は日々更新されています。

ゲノムでできること

ゲノムから生活・医療・産業へ

ゲノム研究の成果は、広い分野で利用されはじめています。病気の診断や治療、薬の開発などに加え、農業、環境、工学などの分野でも、ゲノム研究をもとにした新技術の開発や、異分野間の融合研究などが進みつつあります。

医療への応用

個人の遺伝情報に合わせた医療

同じ環境でも病気になる人とならない人があり、薬の効果にも個人差があります。こうした違いはゲノムの個人差と関連することがわかってきました。これまで研究が進みにくかった生活習慣病なども対象に、ゲノム中の一塩基多型（スニップ）のパターンを網羅的に調べ、病気の発症との関係を調べる研究も進んでいます。各人のゲノムを調べ、その人に合った医療を行う時代が訪れようとしています。

環境への応用

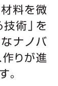
生分解性プラスチック

「生分解性プラスチック」は、微生物により分解され、最終的に水と二酸化炭素になるプラスチックです。これまでのプラスチックにくらべ、環境への負荷がきわめて少ないという利点があります。生分解性プラスチックを産生する微生物のゲノムを改変して産生効率を高めたり、植物にプラスチックを作らせたりする試みがなされています。

農業への応用

イネの改良

日本人におなじみの米は、世界的にも最も重要な穀物の一つです。日本はイネゲノムの研究で世界をリードしてきました。ゲノム情報を利用し、有用な性質を持つイネの開発も進められており、「収量の多いイネ」、「塩害に強いイネ」、「低アレルギー性のイネ」、「花粉症を緩和するイネ」なども開発されています。ダイズやトウモロコシ、コムギ、ジャガイモなどの作物でも、同様の研究が行われています。



工学との融合

ナノバイオデバイス

ゲノム研究や医療では、DNAやタンパク質を速やかに解析することが求められます。そのための解析装置には、遺伝子やタンパク質などの生物材料となじむ「微小な素子（ナノバイオデバイス）」が必要です。半導体技術として開発された「材料を微細に加工する技術」を応用し、新たなナノバイオデバイス作りが進められています。

ゲノム研究とELSI

ヒトゲノムの解読にあたって、遺伝情報の公正な利用や保護、差別などの人権侵害防止は国際的にも大きな課題と位置づけられ、これまでにも様々な検討がなされてきました。UNESCO（ユネスコ）は1997年に「ヒトゲノムと人権に関する世界宣言」を採択しました。日本政府も2001年に「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」を定めました。ゲノム研究が社会と調和の取れた形で発展するためには、今後も倫理的・法的・社会的課題（ELSI）について考え続けることが大切です。

ヒトゲノムマップ
第1版発行:2006年3月25日　監修:文部科学省　著作および販売元:科学技術広報財団　企画:文部科学省科学研究費・特定領域研究「ゲノム」4領域（総代表:東京大学大学院新領域創成科学研究科 高木利久）　企画協力:藤山秋佐夫（国立情報学研究所），加藤和人（京都大学人文科学研究所／大学院生命科学研究科）　制作:京都大学大学院生命科学研究科・生命文化学研究室　加納圭，川上雅弘，室井かおり，加藤和人　デザイン:有限会社 グッズ　イラスト:橋本ポンセ　制作協力:西村尚子（サイエンスライター），文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究「ゲノム」4領域・広報委員会（委員長:藤山秋佐夫,委員:井上逸朗，杉本亜砂子，高木利久，徳永勝士，中井謙太，林哲也，
福澤秀哉，矢田哲士 他），小原雄治（国立遺伝学研究所），菅野純夫（東京大学大学院新領域創成科学研究科），辻省次（東京大学医学部付属病院），福嶋義光，武藤香織（以上、信州大学医学部），山縣然太朗（山梨大学大学院医学工学総合研究部），伊東真知子，東島仁，井出絵実子，元越勇人，加藤牧菜（以上、京都大学大学院生命科学研究科）　資料協力:黒岩常祥（立教大学理学部），松影昭夫（日本女子大学理学部），佐藤眞美子，許斐麻美（以上、日本女子大学電子顕微鏡施設），河内孝之，井上英樹，本城咲季子（以上、京都大学大学院生命科学研究科）　参考文献・データベース:【ヒトゲノム】塩基対数: Nature 409, 860-921（2001）　遺伝子数: Homo sapiens
Genome: Statistics, Build 35.1（NCBI）　遺伝子: GeneCards, NCBI Map Viewer，国立天文台編「理科年表（平成18年版）」p.p.844-848，丸善（2006）【ヒト以外の生物のゲノム】塩基対数:（ショウジョウバエ、コウジ菌以外）KEGG，（ショウジョウバエ）Flybase，（コウジ菌）Nature 438, 1157-1161（2005）　遺伝子数:（コウジ菌以外）KEGG，（コウジ菌）Nature 438, 1157-1161（2005）【オーソログ】HomoloGene（NCBI）【タンパク質画像】日本蛋白質構造データバンク（PDBj）