

とっても、あんまり、ちょこっと塾

三毛猫

学校で習う、とっても基本的なことだけど、
試験にあんまりでないのでもみんなが忘れていたりすることや、
知っているとちょこっと得すること、を学ぶ塾

三毛猫のクローンは三毛猫になるか？

Shin T. 他 Nature 415 859.(2002)を基に

目次

1. 三毛猫のクローンの作成法

※ クローンは三毛猫にならなかった！ 何故？

2. 三毛猫に関する遺伝のメカニズム

※ 猫の毛色に関する遺伝子

※ X染色体不活性化

3. なぜクローン仔猫は親のコピーには ならなかったか？

1. 三毛猫のクローンの作製法

1) メスの三毛猫の卵子



2) 卵子の核を除去



3) 脱核した卵子 + 体細胞

↓ 電気刺激

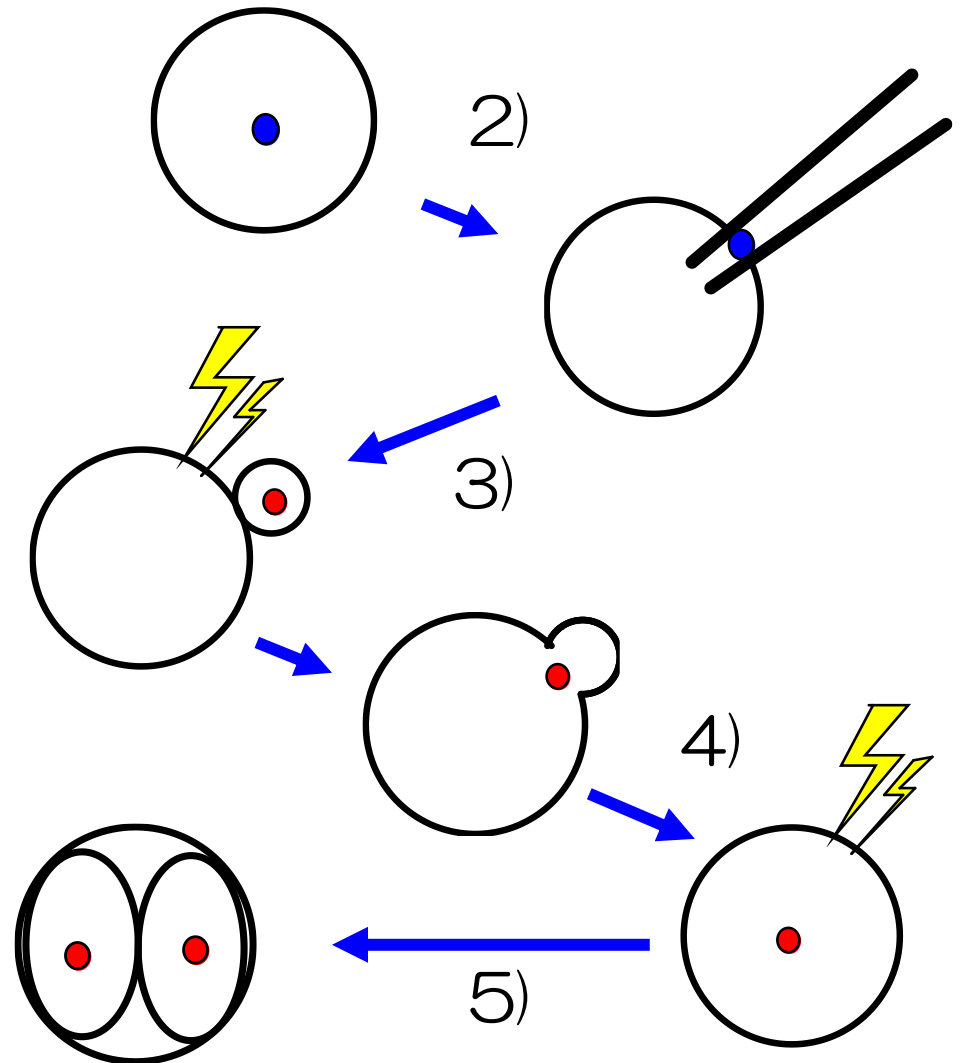
4) 融合細胞

↓ 電気刺激

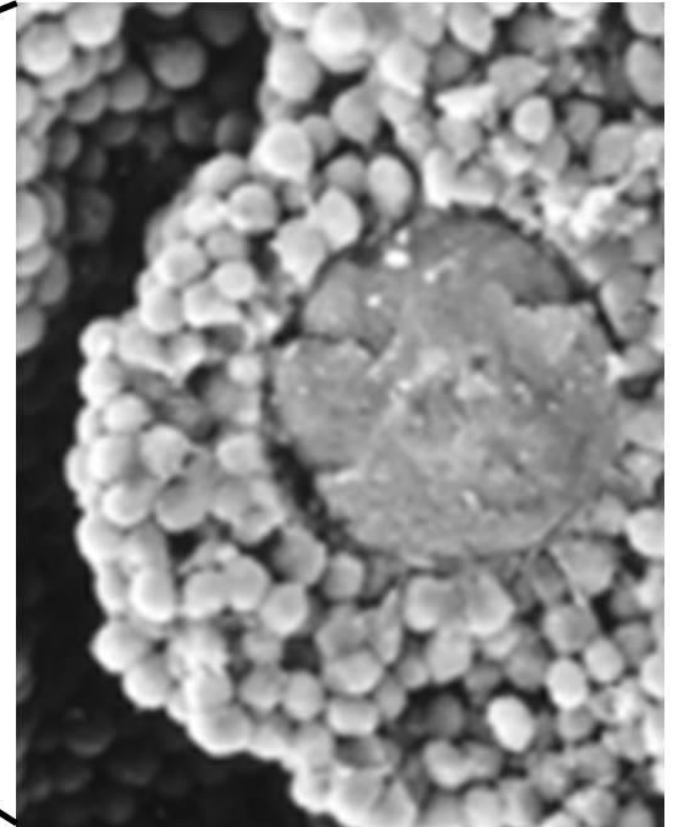
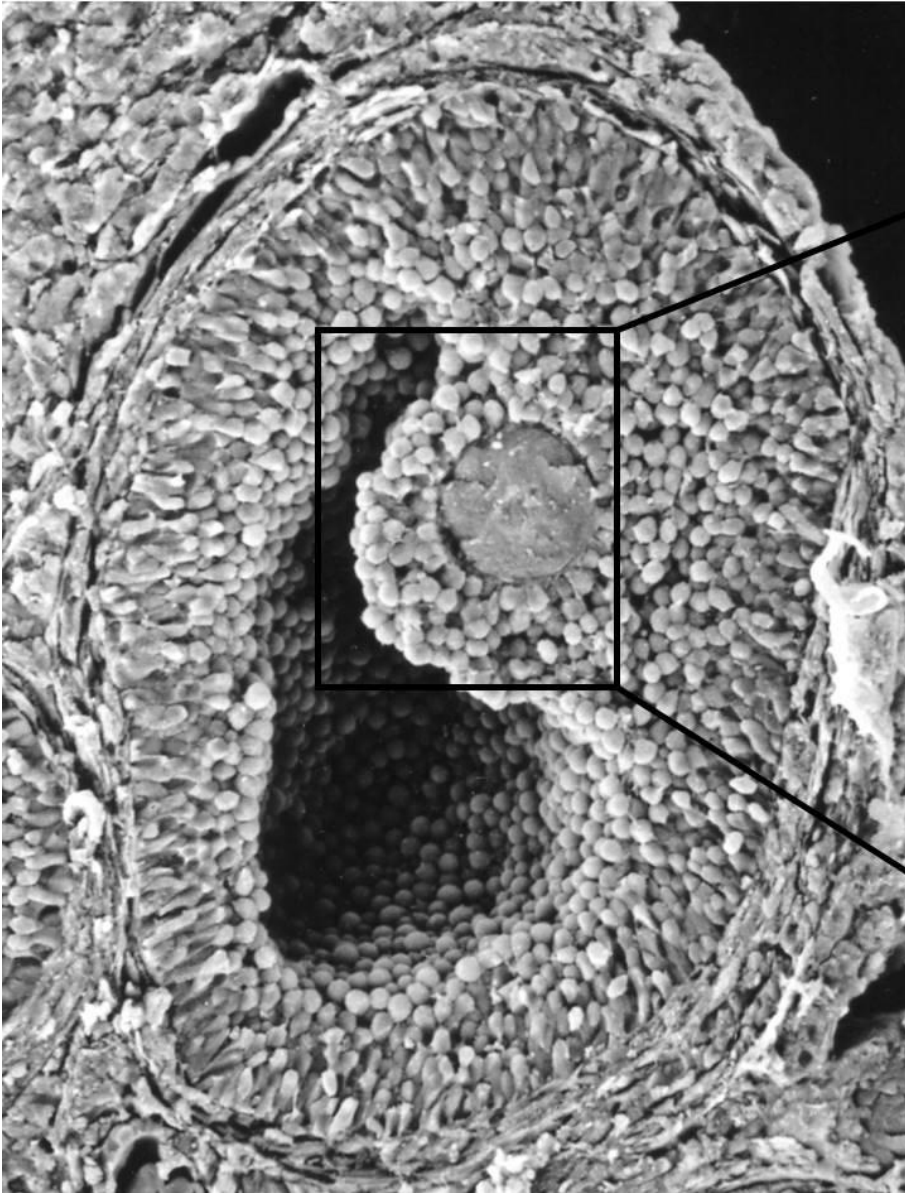
5) 卵割開始



6) 子宮へ移植



卵子と体細胞



日本電子株式会社
近藤俊三博士 撮影

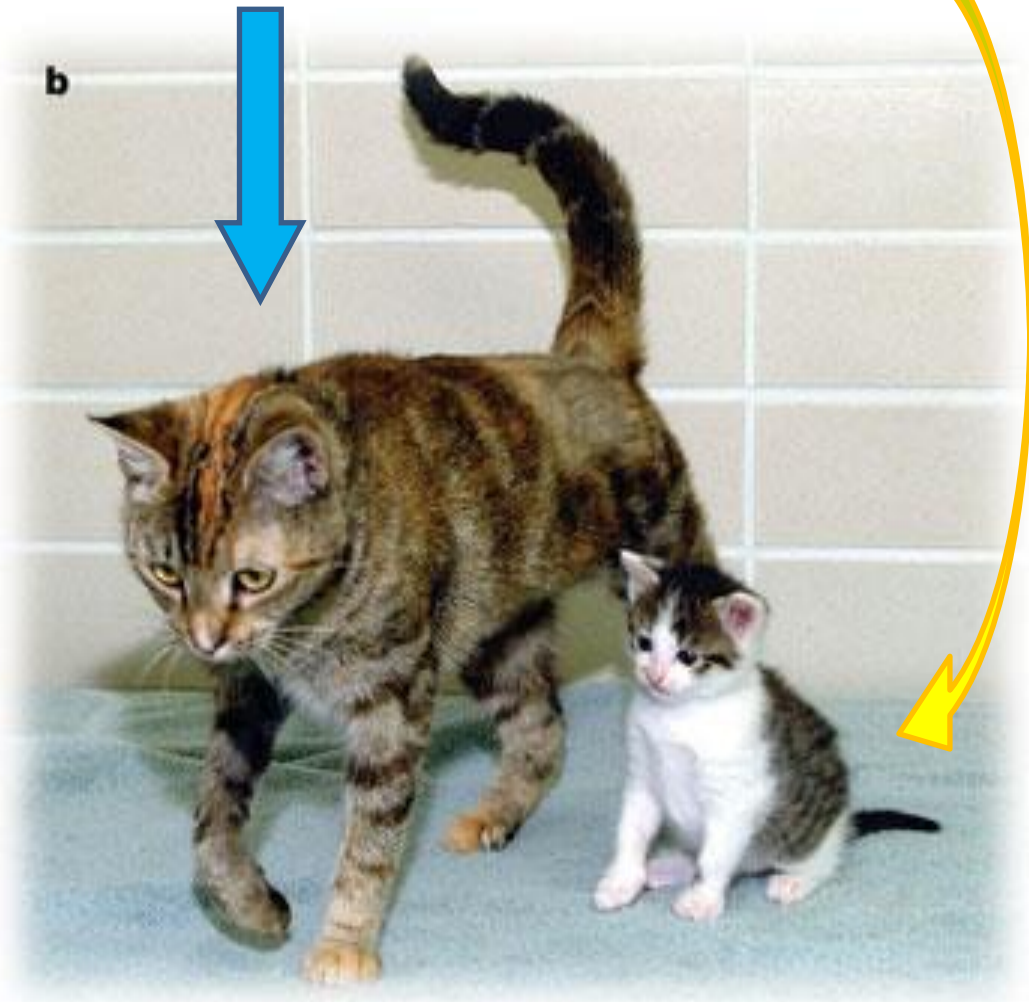
仔猫がクローンであることの検証

DNA マーカ―	遺伝的 母	細胞	クローン 子猫	代理母
FCA229	164/164	164/164	164/164	166/166
FCA290	222/222	222/222	222/222	212/218
FCA305	194/196	194/196	194/196	196/196
FCA441	165/169	165/169	165/169	165/169
FCA078	196/198	196/198	196/198	194/200
FCA201	159/163	159/163	159/163	143/159
FCA224	154/160	154/160	154/160	160/162

核ドナー(遺伝的母)

代理母

クローン子猫



クローンは親のコピーにはならなかった！

クローン動物 への関心



2. 三毛猫に関する遺伝のメカニズム

表現型を決めるメカニズム

- ＊ 猫の毛色に関する遺伝子とアレル
- ＊ アレルを休ませるメカニズム
—X染色体不活性化—

アレルは一つの遺伝子の中のいろいろな変異

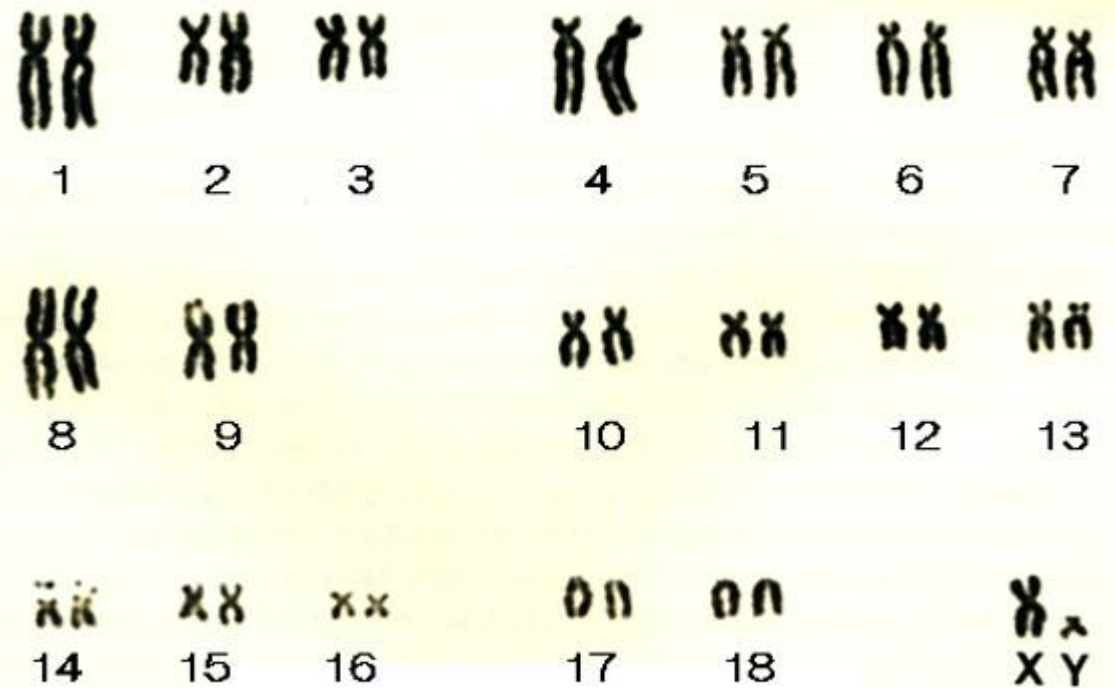
猫やヒトは、決まった形の染色体を2本ずつ、決まった数だけもっています。

同じ形の染色体の1本は父親から、もう1本は母親由来です。

これらの染色体上に遺伝子が散在しています。同じ形の染色体上の同じ位置には同じ遺伝子があります。

同じ遺伝子の中にはいろいろな変異があり、これらを対立遺伝子あるいはアレルとよびます。

ネコの染色体



(♀はXX)

2✳. 猫の毛色に関する遺伝子とアレル

	<i>W</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>T</i>	<i>I</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>L</i>
遺伝子座	常	X	常	常	常	常	常	常	常
働き	W: 白 ww: 有色	O: 茶 o: 黒	A: キジ aa: 黒	cc: 端濃	T: 波紋	I: 銀毛 ii: 多色	dd: 淡毛	S: 白斑 ss: 無斑	L: 並毛 ll: 長毛



Sは体の一部で
毛色の発現を抑
えて白にする

三毛猫に関する
遺伝子はSとO

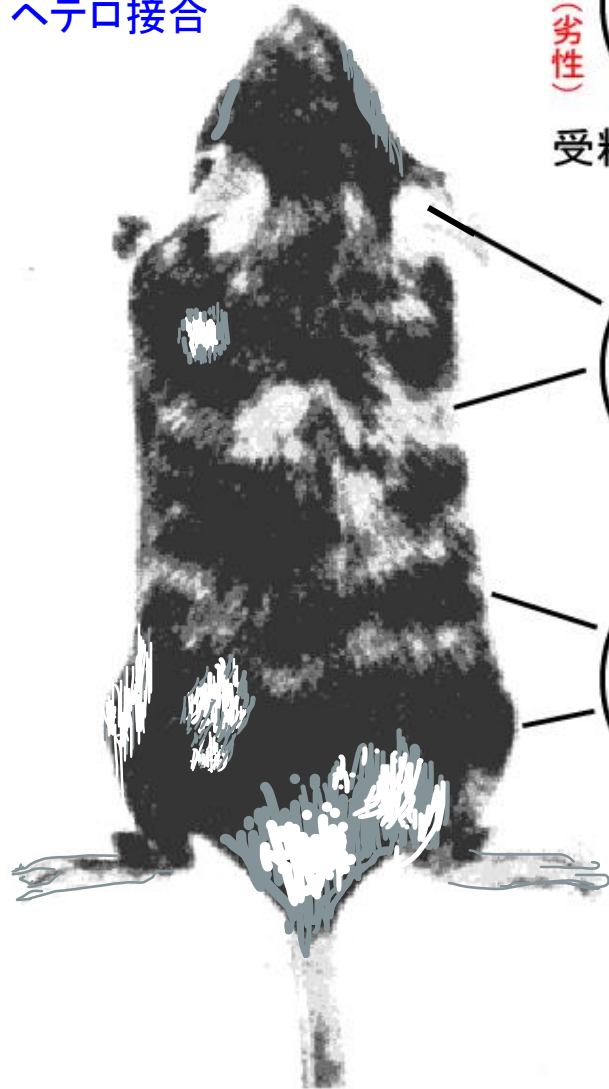
♂: ww o A-B-C-T-ii D-ss L-
♀: ww oo A-B-C-T-ii D-ss L-



毛色	性	性 染色体	対立遺伝子	
			<i>S</i> (常)	<i>O</i> (X)
キジトラ (黒)	♂	XY	SS	o
	♀	XX	SS	oo
キジ トラ斑 (黒)	♂	XY	SS or Ss	o
	♀	XX	SS or Ss	oo
茶 トラ斑	♂	XY	SS or Ss	O
	♀	XX	SS or Ss	OO
	♀	XX	SS or Ss	Oo ?

2★. アレルを休ませるメカニズム:X染色体不活性化

毛質に関して
ヘテロ接合



ライオンの仮説

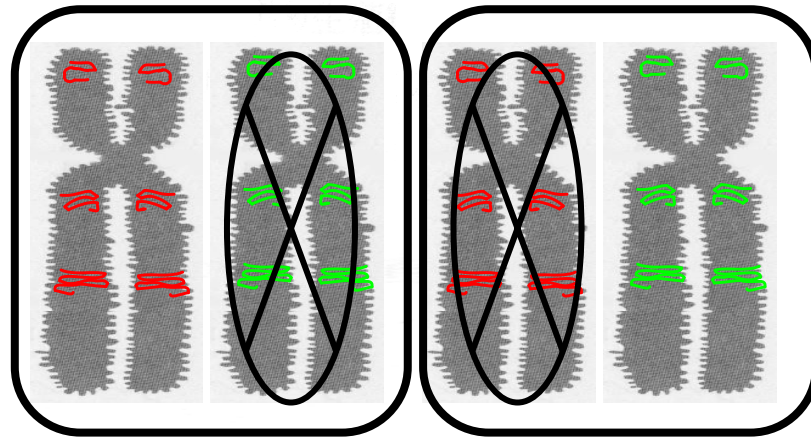
この♀マウスはX染色体上のTa遺伝子に、剛毛を生ずる対立遺伝子（優性）と柔毛を生ずる対立遺伝子（劣性）をもつ。これらが常染色体上の遺伝子ならばマウスは剛毛となるが、X染色体上にあるので、剛毛と柔毛の斑となる。

この現象は、♀の細胞では、2本のX染色体のうちの1本は発生の初期に不活性化されるため、どの細胞でも、どちらか1つの対立遺伝子しか働いていないためであるとライオン博士は考えた。

遺伝子X1 アレル **A**

遺伝子X2 アレル **b**

遺伝子X3 アレル **C**



アレル **a**

アレル **B**

アレル **c**

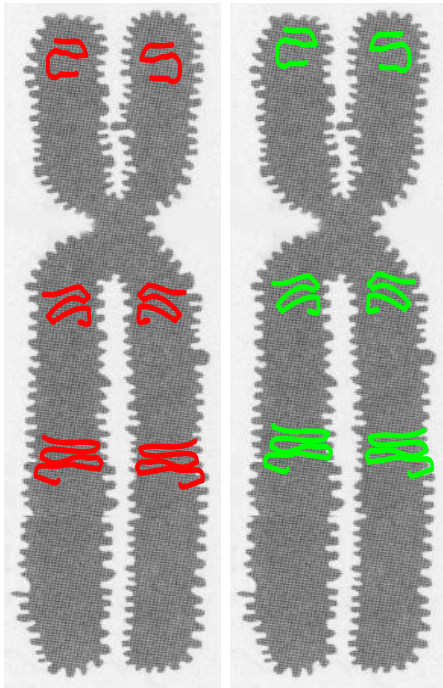
細胞 左

細胞 右

遺伝子X1

遺伝子X2

遺伝子X3

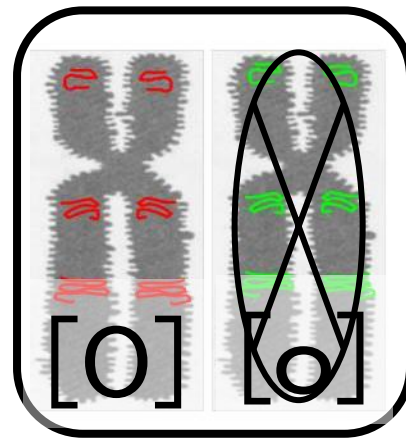


	発現している対立遺伝子	
遺伝子	細胞左	細胞右
遺伝子 X1	A	a
遺伝子 X2	b	B
遺伝子 X3	C	c

X染色体不活性化

細胞Aと細胞Bは、対立遺伝子の組み合わせは同じだが、発現している対立遺伝子が異なるので、細胞の性質は異なる。

[o] のある X
染色体が不活
性化したので
[O] が発現



X染色体

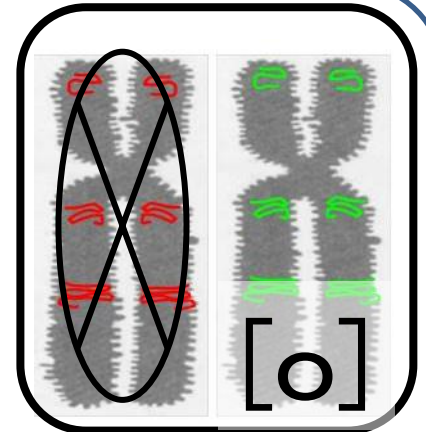
[O]



[o]

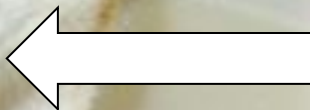


[O] のある X
染色体が不活
性化したので
[o] が発現



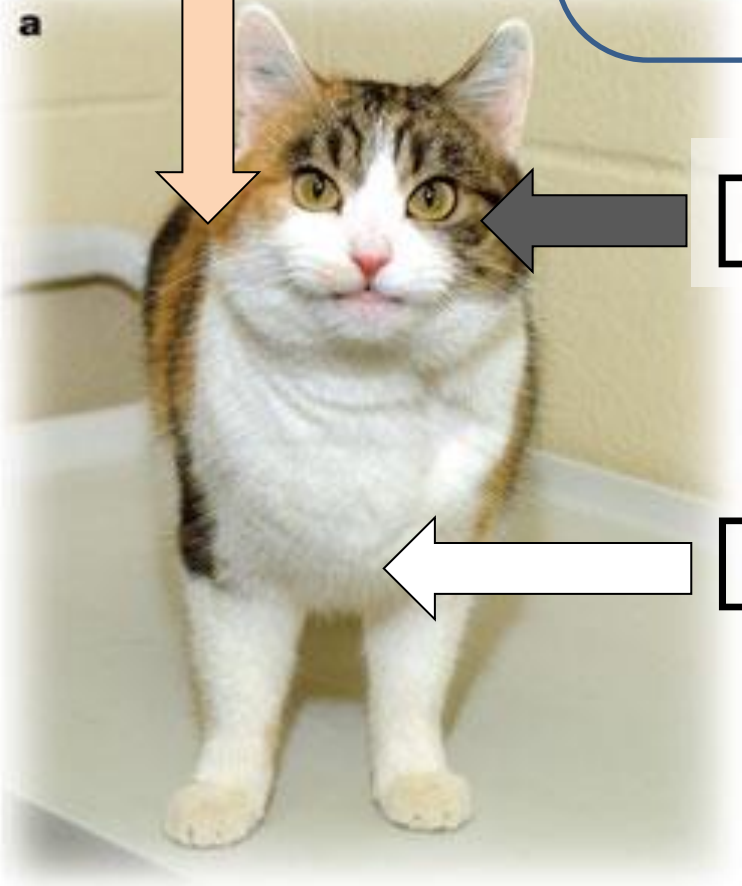
X染色体

[S]



白を発現

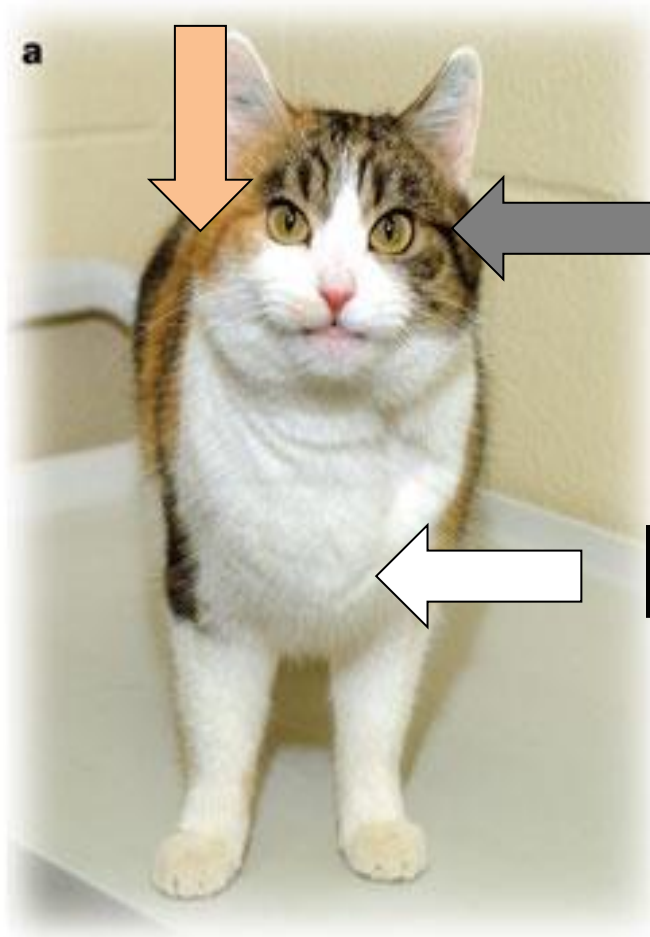
a



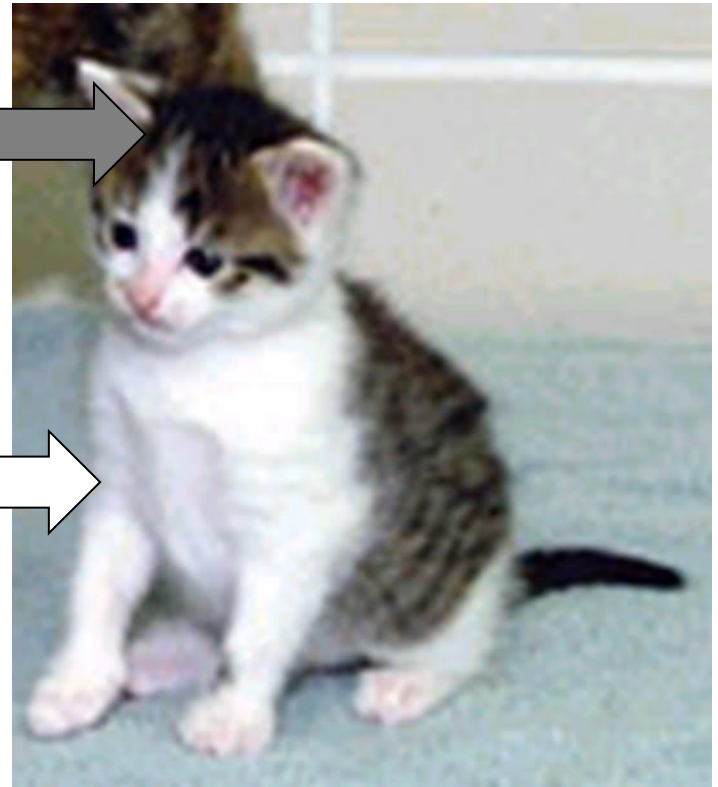
IV-3) クローン子猫が 三毛猫にならなかった理由

[Oo]

クローンなので子猫の遺伝子型はOo。
核移植に用いた体細胞ではOが不活性化
されており、卵割前に減数分裂過程を経
なかったため、再活性化が起こらず、三毛
猫にならなかったと考えられる。



[Oo]



[S]

IV-4) クローン子猫からの教訓

- ・ クローンの生産率は1～2%。
- ・ ♀の場合、体細胞では片方のX染色体が不活性化されているので、核ドナーと同じ表現型の体細胞クローン児は産まれない。
- ・ ♂の場合、核を移植する卵のミトコンドリア遺伝子は核ドナーの母親と必ずしも同じではないので、同じ表現型の子供はまず産まれない。