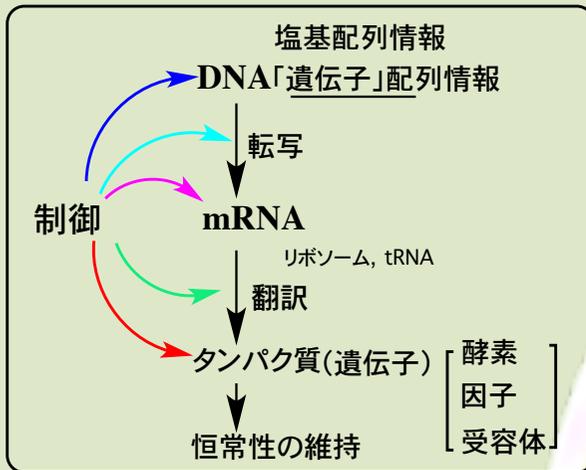


# 遺伝子発現

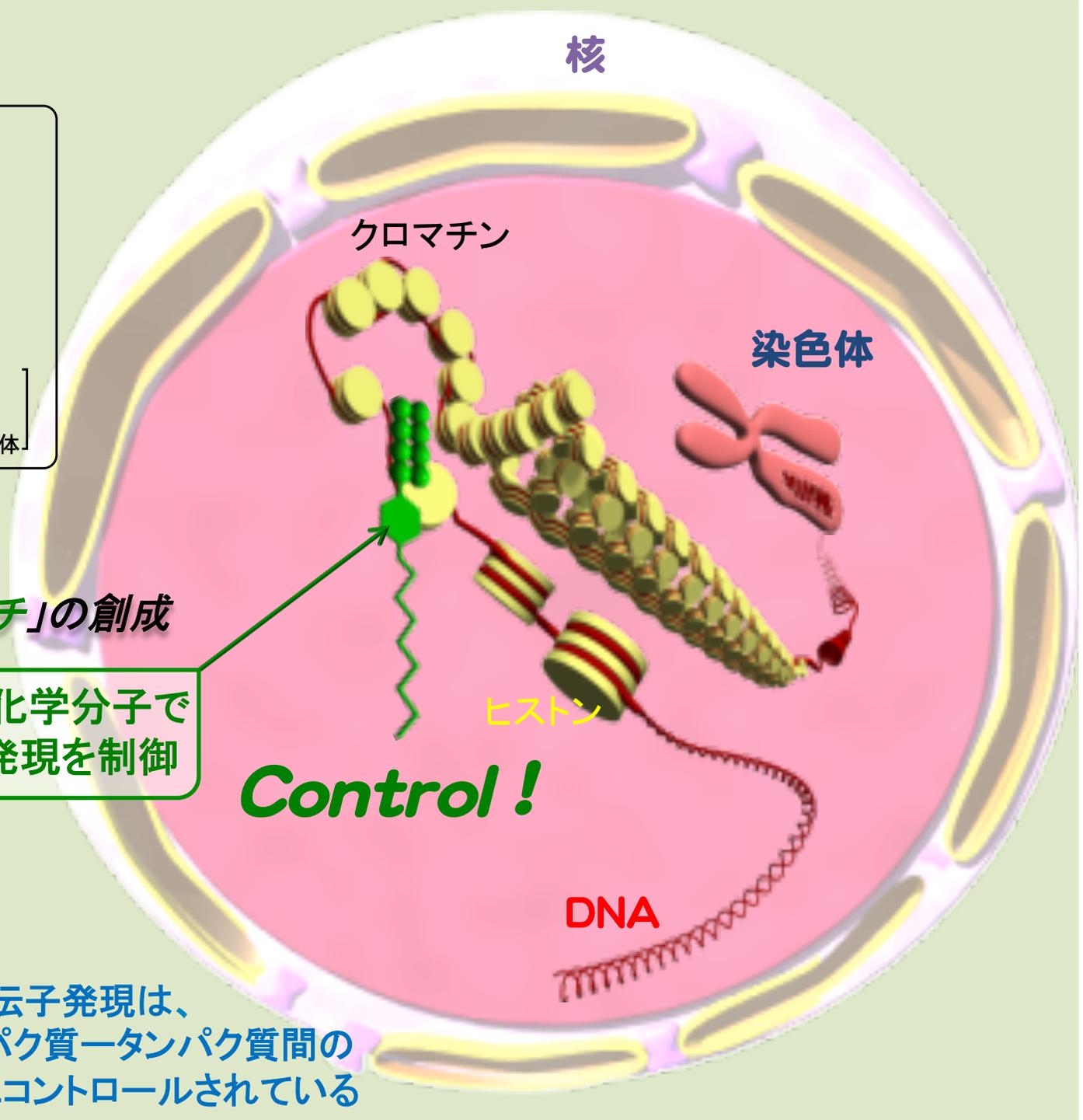


我々の研究目的:  
「人工遺伝子スイッチ」の創成

DNAと結合する化学分子で  
特定の遺伝子発現を制御

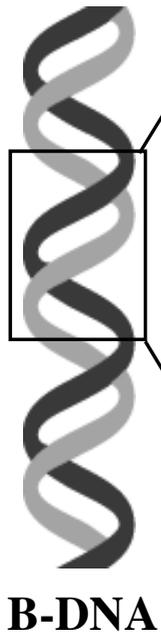
**Control!**

細胞内の遺伝子発現は、  
DNA—タンパク質、タンパク質—タンパク質間の  
相互作用によって正確にコントロールされている



# DNA

塩基配列情報が保存されている生体分子



右巻き二重らせん構造

minor groove  
1.1 nm

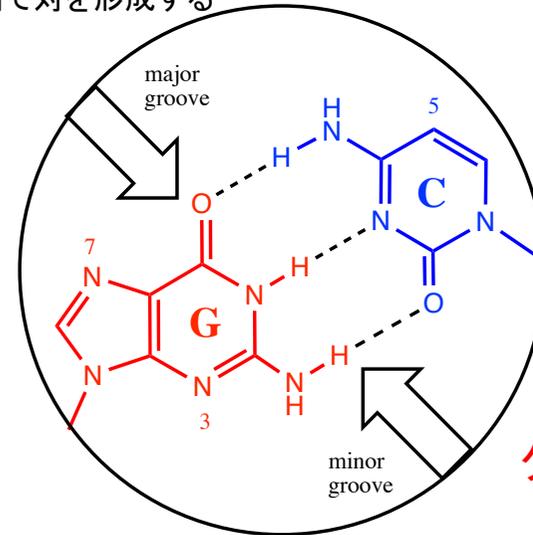
major groove  
2.2 nm

base pair

2 nm

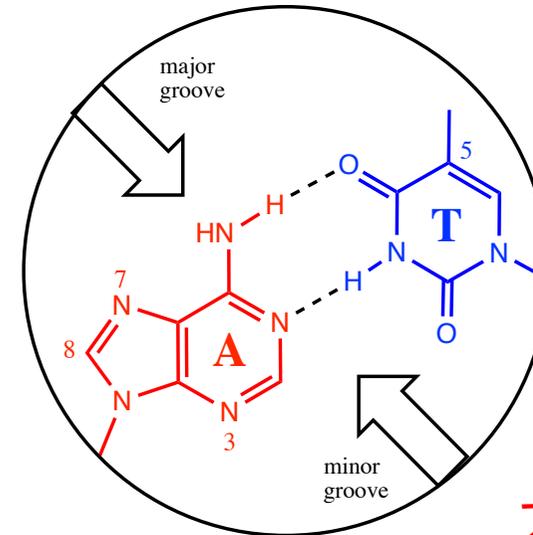
塩基対 (base pair):  
A-T, G-C塩基間で対を形成する

シトシン (C)



グアニン (G)

チミン (T)



アデニン (A)

12塩基対からなる二本鎖DNA の二重らせん構造モデル

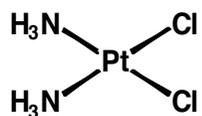
主溝 (major groove) と副溝 (minor groove) が交互に現れている

塩基対 (base pair) はらせん内部に存在している (実際に分子モデルで確認！)

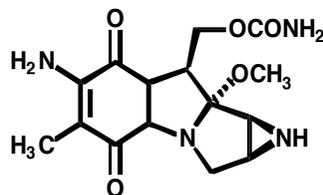
# OFF スイッチ：背景

## DNAを標的とする抗ガン剤：

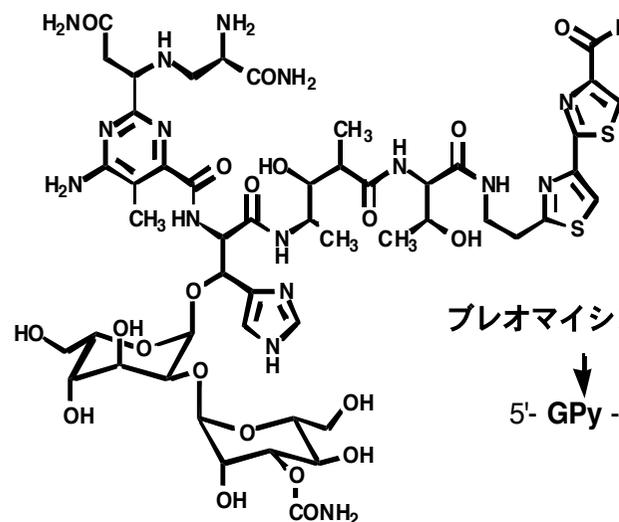
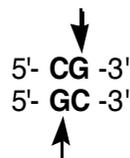
認識する塩基配列は短い



シスプラチン



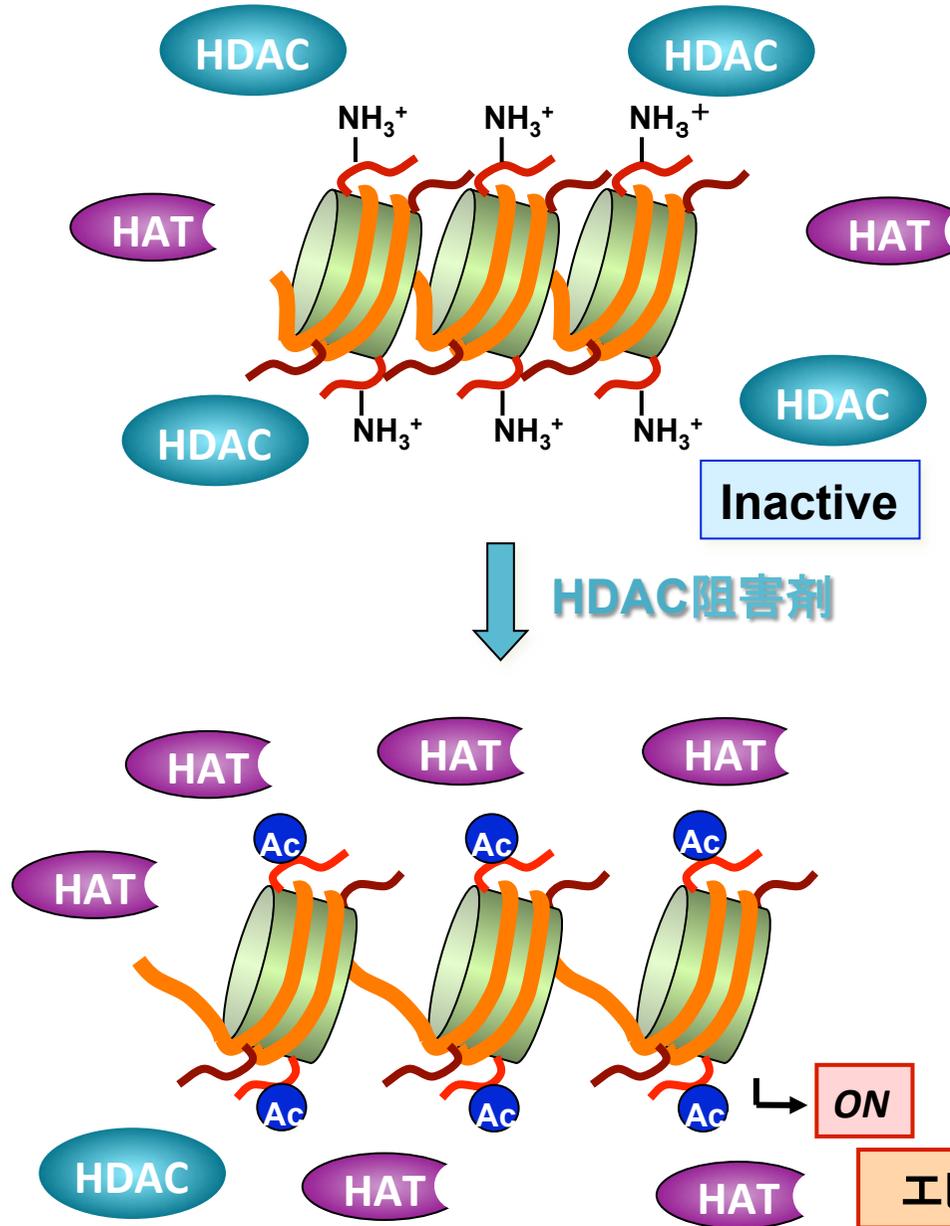
マイトマイシンC



がん細胞、正常細胞の区別なく「DNA」と反応する。

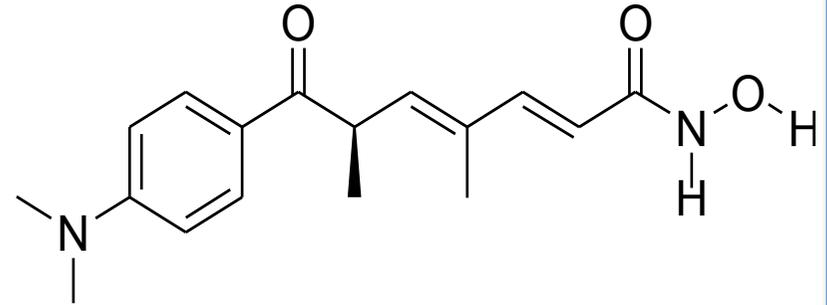
多くの遺伝子配列に対して作用する問題  
(低い特異性)

# ON スイッチ：背景



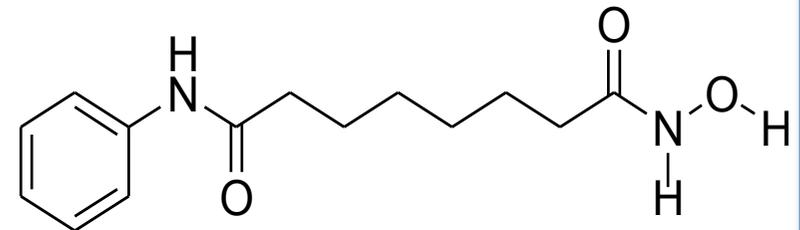
HAT(ヒストンアセチル化転移酵素)

## HDAC(ヒストン脱アセチル化酵素)阻害剤



Trichostatin A

抗生物質



SAHA

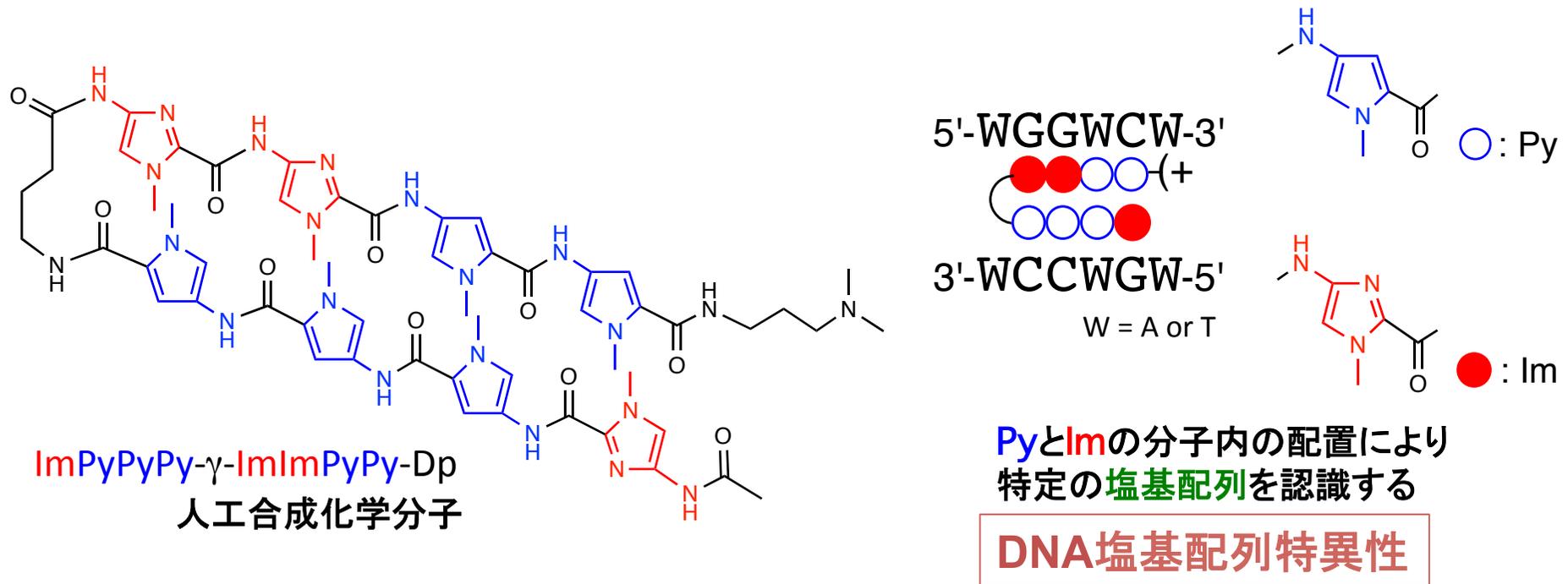
合成化学分子

多くの遺伝子が同時に活性化される問題  
(低い特異性)

特定の塩基配列情報を認識する化学分子

エピジェネティックな遺伝子発現の活性化

# ピロール(Py)-イミダゾール(Im)ポリアミド：背景

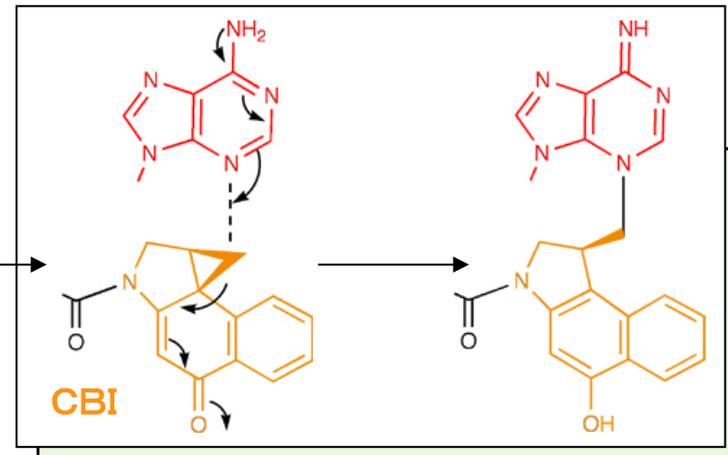
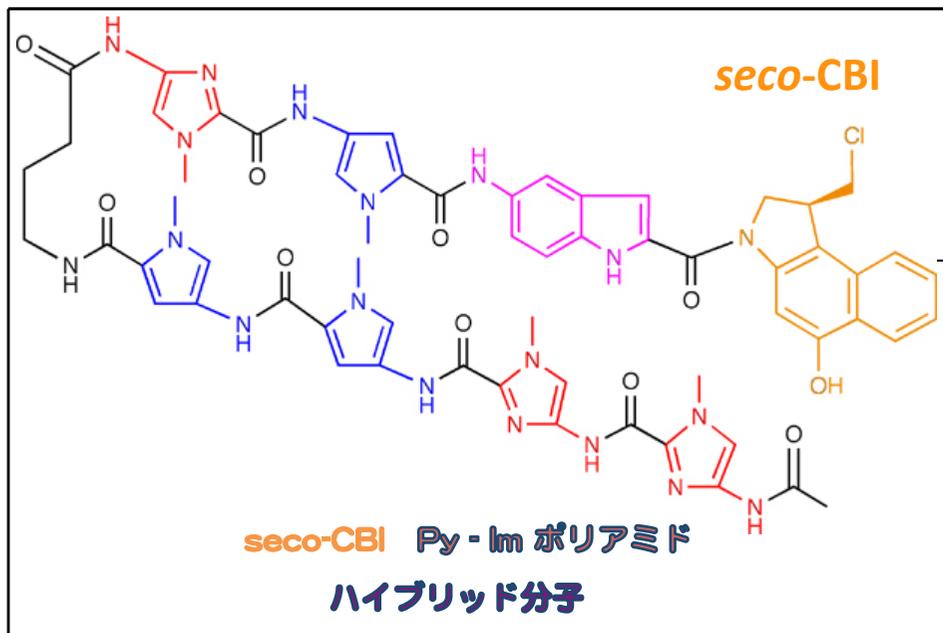


二本鎖DNAの minor groove 内に可逆的に強く結合する

**DNA結合性**

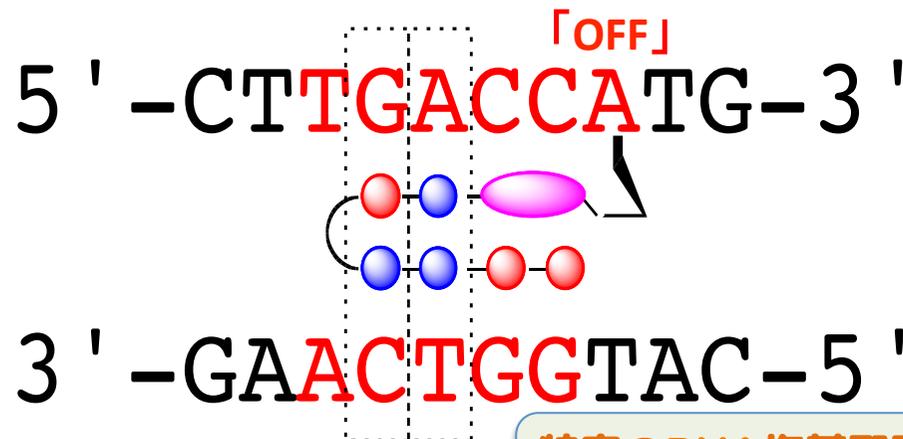
Dervan, P. B.; Wemmer, D. E. *et al. Science*, **1994**, 266, 646-650.  
Mrksich, M.; Dervan, P. B. *J. Am. Chem. Soc.* **1995**, 117, 3325-3332.

# DNA塩基配列特異的 OFF スイッチ：コンセプト

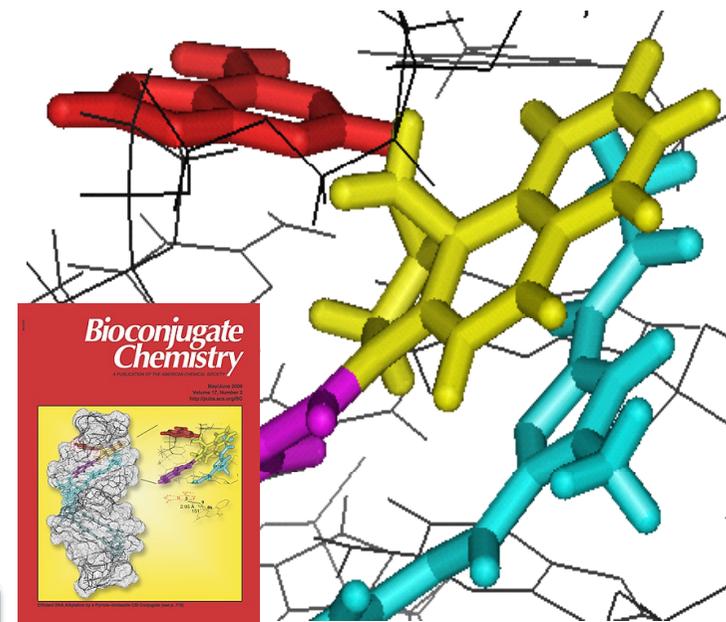


アデニン塩基と反応する

Indole : 重要なスペーサー

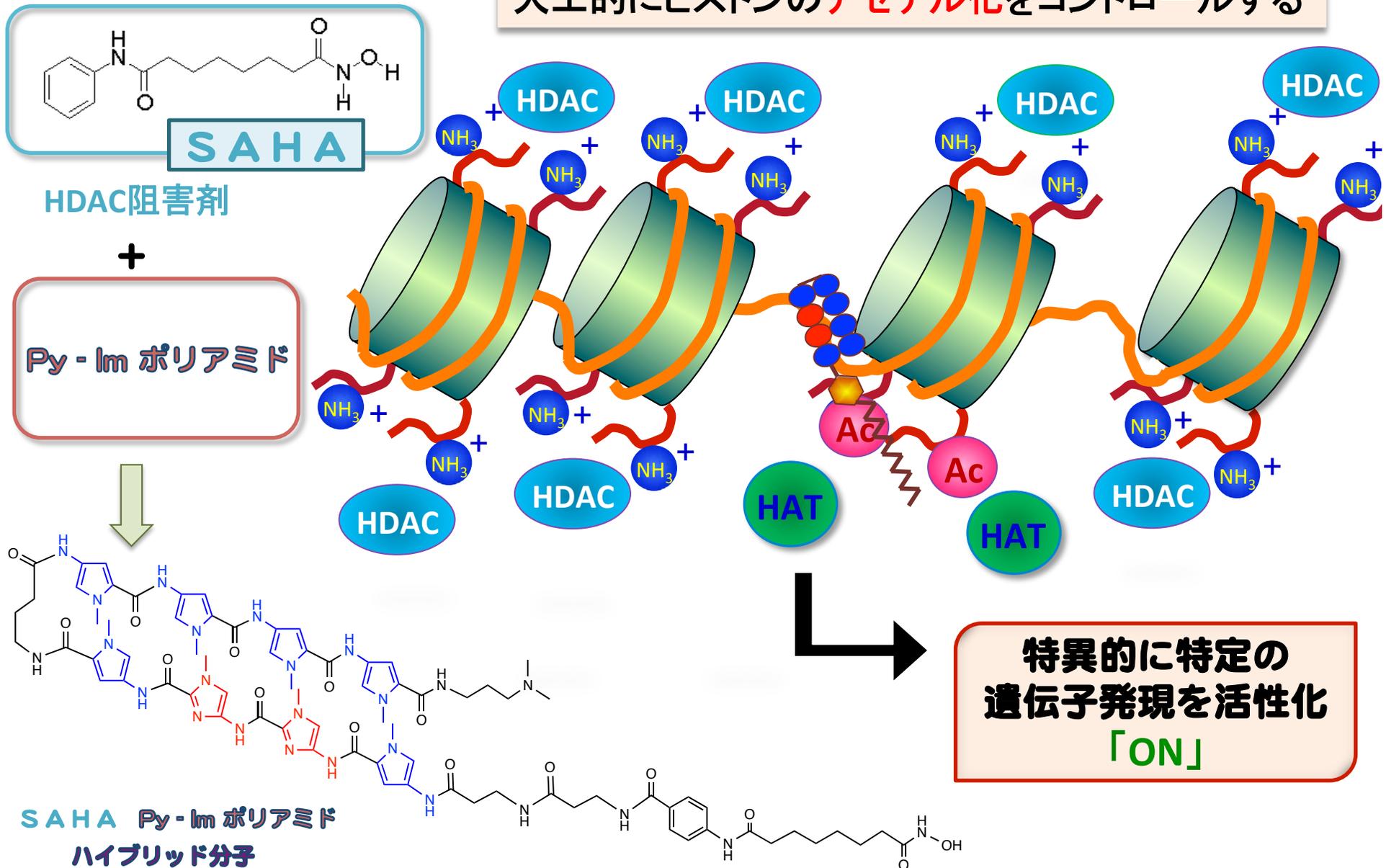


特定のDNA塩基配列を認識して反応する分子



# DNA塩基配列特異的 ON スイッチ：コンセプト

人工的にヒストンのアセチル化をコントロールする



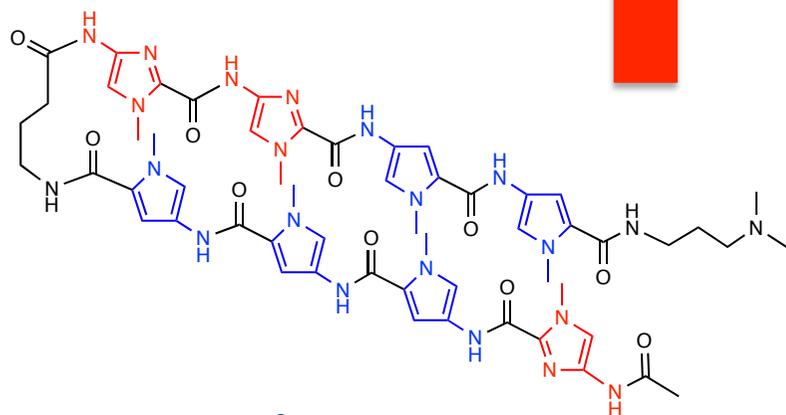
# ハイブリッドデザイン

+DNAとの反応性



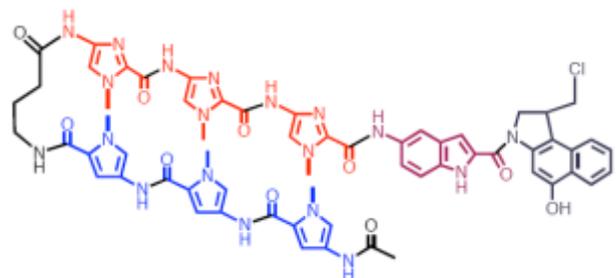
DNA塩基配列特異的  
OFF スイッチ

特定の遺伝子発現を抑制する



# DNA塩基配列特異的 OFF スイッチ：研究

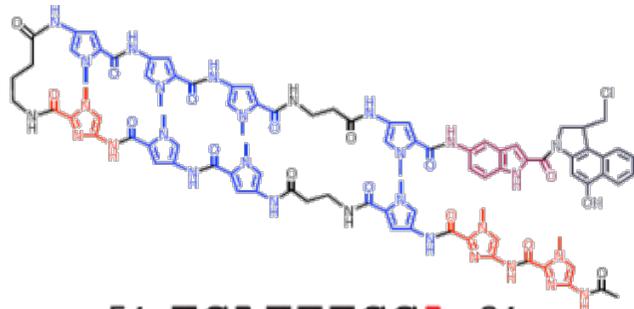
## Recognition Sequence and Motif



5'-AGGGTTA-3'

3'-TCCCAAT-5'

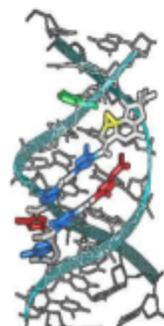
*J. Am. Chem. Soc.* 2006, 128, 12162-12168



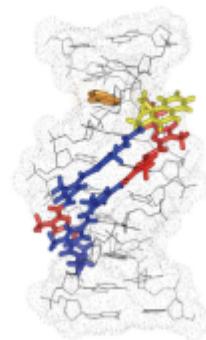
5'-TCATTTCCA-3'

3'-AGTAAAGGT-5'

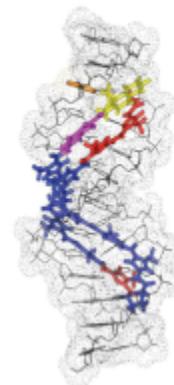
*Bioconjugate Chem.* 2006, 17, 715-720



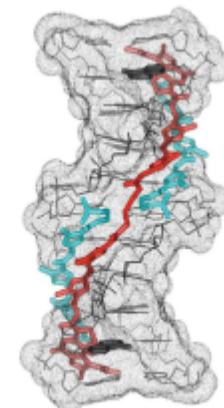
Hairpin (5bp) 1999



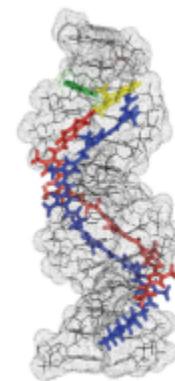
Hairpin (6bp) 2002



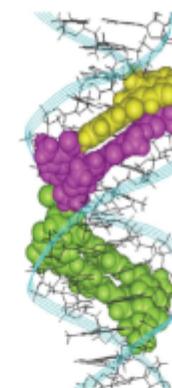
Hairpin (9bp) 2006



Crosslinker (9bp) 2003



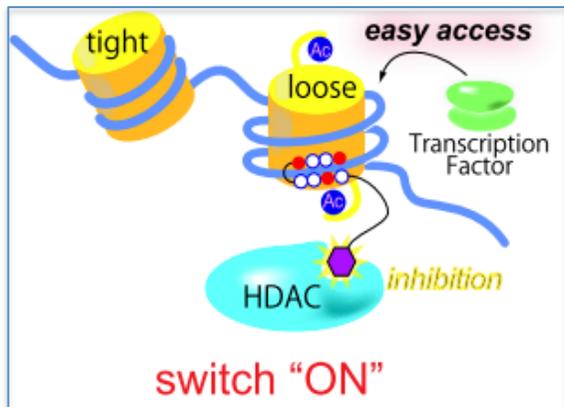
Heterodimer (10bp) 2007



Tandem Hairpin (10bp) 2008

現在、10塩基対の長さの配列を認識して反応する  
Py-Imポリアミドの合成に成功している

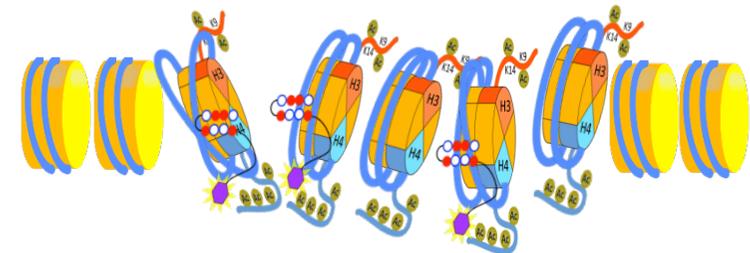
# DNA塩基配列特異的 ON スイッチ：研究



合成化学分子によるエピジェネティックな遺伝子発現の活性化をマウス胎児線維芽細胞を用いる実験で確認



Eによる*Nanog*の特異的な発現上昇を確認

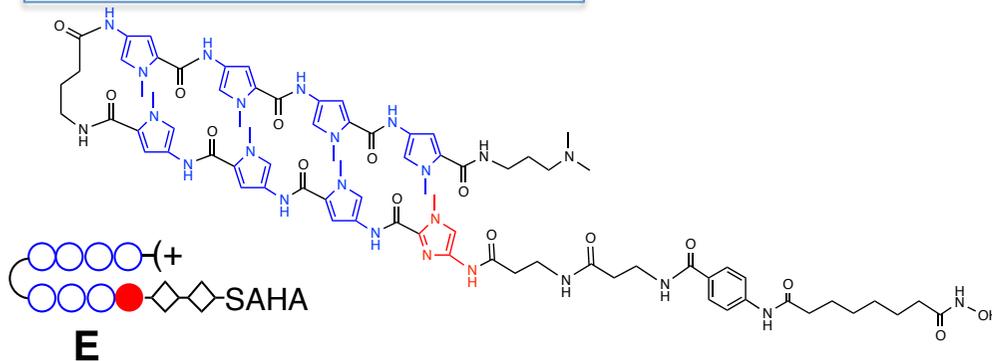


Activation mark

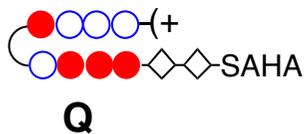
H3K9ac  
H3K14ac  
H4Kac

Eによるヒストン内の特定リシン上のアセチル化頻度の上昇を確認

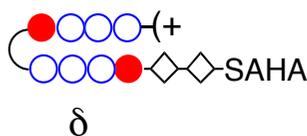
*ChemBhem* 2011, 12, 2822–2828.



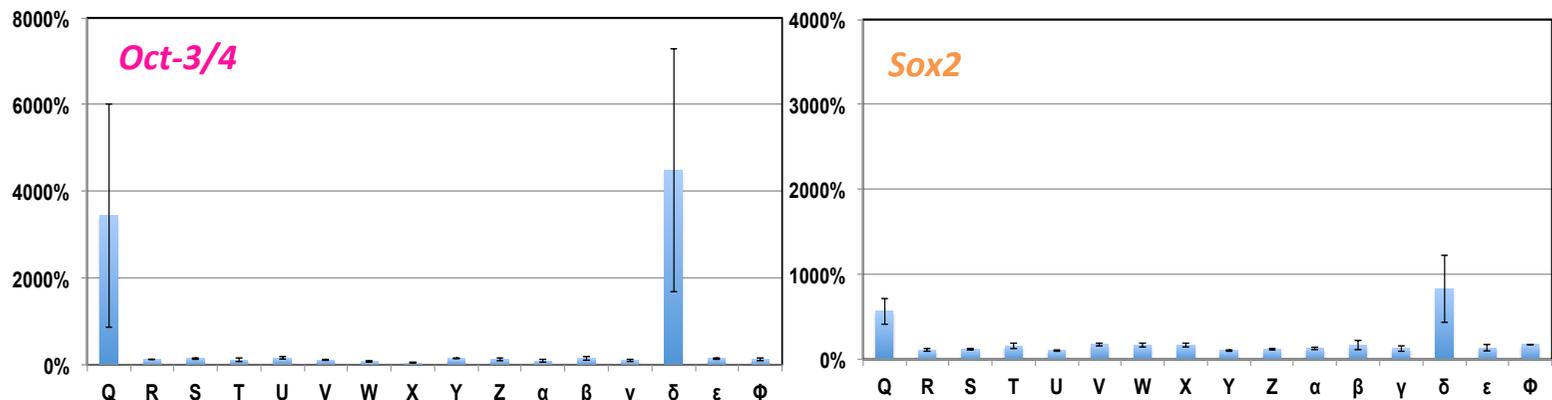
E



Q



δ



Qやδによる細胞の初期化に関連する遺伝子  
*Oct-3/4*, *Sox*の特異的な発現上昇を確認

*Scientific Reports*, 2012, 2:544.

