

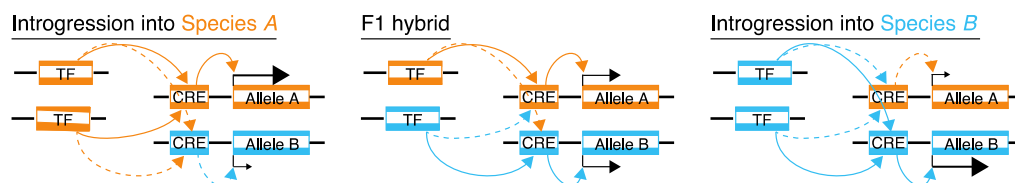
## 遺伝子発現を制御するトランス因子とシス因子の補償的な共進化

Two types of *cis-trans* compensation in the evolution of transcriptional regulation.  
Takahasi, K. R., Matsuo, T. and Takano-Shimizu-Kouno, T.  
(2011) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 108, 15276-15281.

**詳細** **Free PDF** (<http://www.pnas.org/content/108/37/15276.long>)

これまでの進化学の考え方では、転写因子など遺伝子発現をトランスに制御する因子（環境要因）は保守的で、変化が遅いと信じられてきました。その理由は、例えば、転写因子が変化してしまうと、これが制御する多くの遺伝子の発現を一気に変えてしまい、生物に重篤な影響をおよぼすと予想されたからです。この予想と一致して、進化の過程では、各遺伝子の発現調節領域に起こるシス変異が重要であり、これにより個々の遺伝子レベルでの発現進化がおこったと報告されてきました。本研究では、これまで無視されてきたトランス因子とシス因子との補償的な変化も考慮して、進化のシミュレーションを行いました。その結果、これまでの研究ではシス変異が過大に評価されすぎていたことがわかりました。実際、約40万年前に分岐したショウジョウバエ近縁種を用いて実験を行ったところ、細胞内環境の異なる“アウェイ”の状況よりも、本来の“ホーム”の環境でしばしば発現量が高くなる（図を参照）ことを見つけました。これは、これまで考えられているよりもずっと速い速度で、トランス因子と遺伝子本体（シス）とが協調しながら進化していることを示しています。つまり、トランス因子（細胞内環境）も変わるのです。

この研究は高橋亮博士（現所属、京都産業大学）と首都大学東京（現所属、東京大学）の松尾隆嗣博士との共同研究で行ったものです。



3つの異なる遺伝的背景での2種（AとB）の遺伝子の相対発現量。いずれの場合も親種に由来する2つの対立遺伝子は一つの細胞という同じ環境に置かれている。そのため発現量の違いはすべて遺伝子本体のシス調節領域（CRE）の違

いによると考えられてきた。しかし、それぞれの種でトランスに働く転写因子（TF）とシス調節領域が互いに補償的に進化してきたとすると、トランス因子は違う種のシス調節領域にはうまく働けないかもしれない（破線で示す）。例えば、*A*種にとってのホームの環境（左図）では*A*種の遺伝子の発現量が高く（発現量を矢印の大きさで示す）、*B*種のホーム環境（右図）では逆に*B*種の遺伝子の発現量が高くなるかもしれない。この場合、雑種での対立遺伝子の相対発現量は必ずしもシス変異の効果を表していないことになる。