

動的な階層型システムにおける 最適化計算法の検討

Optimization Computation in Dynamic Hierarchical System

- 上川純一 同志社大学大学院
- 三木光範 同志社大学
- 廣安知之 同志社大学
- 谷村勇輔 同志社大学大学院

研究背景

- 並列計算機環境
 - ⇒ Grid, Cluster, 大規模化
 - ⇒ 計算機アイドル時間の有効利用
- アプリケーション
 - ⇒ 通信をあまり必要としない
停止状態から復帰が容易

DNAS の提案

Distributed Network Application System

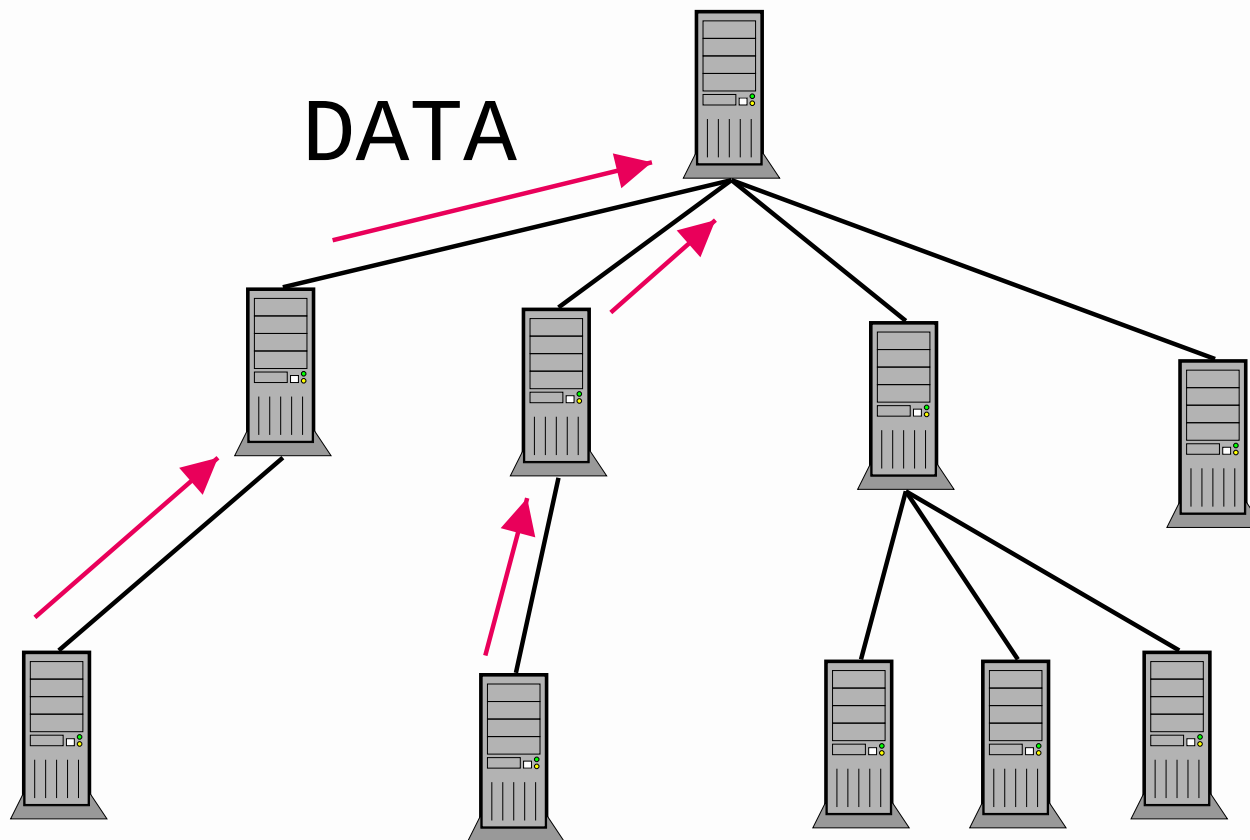
- 大規模環境でアプリケーションを動作させるためのプラットフォーム
 - ➡ 階層的な通信経路の実装
 - ➡ アプリケーション用 API

DNASの構成

- 動的に変化する通信トポロジ
- トポロジが階層構造
- 定期的にメッセージをリレー
 - ⇒ 例えば3秒に一回
- 「マスター」ノードに向かって情報伝達

通信における階層構造

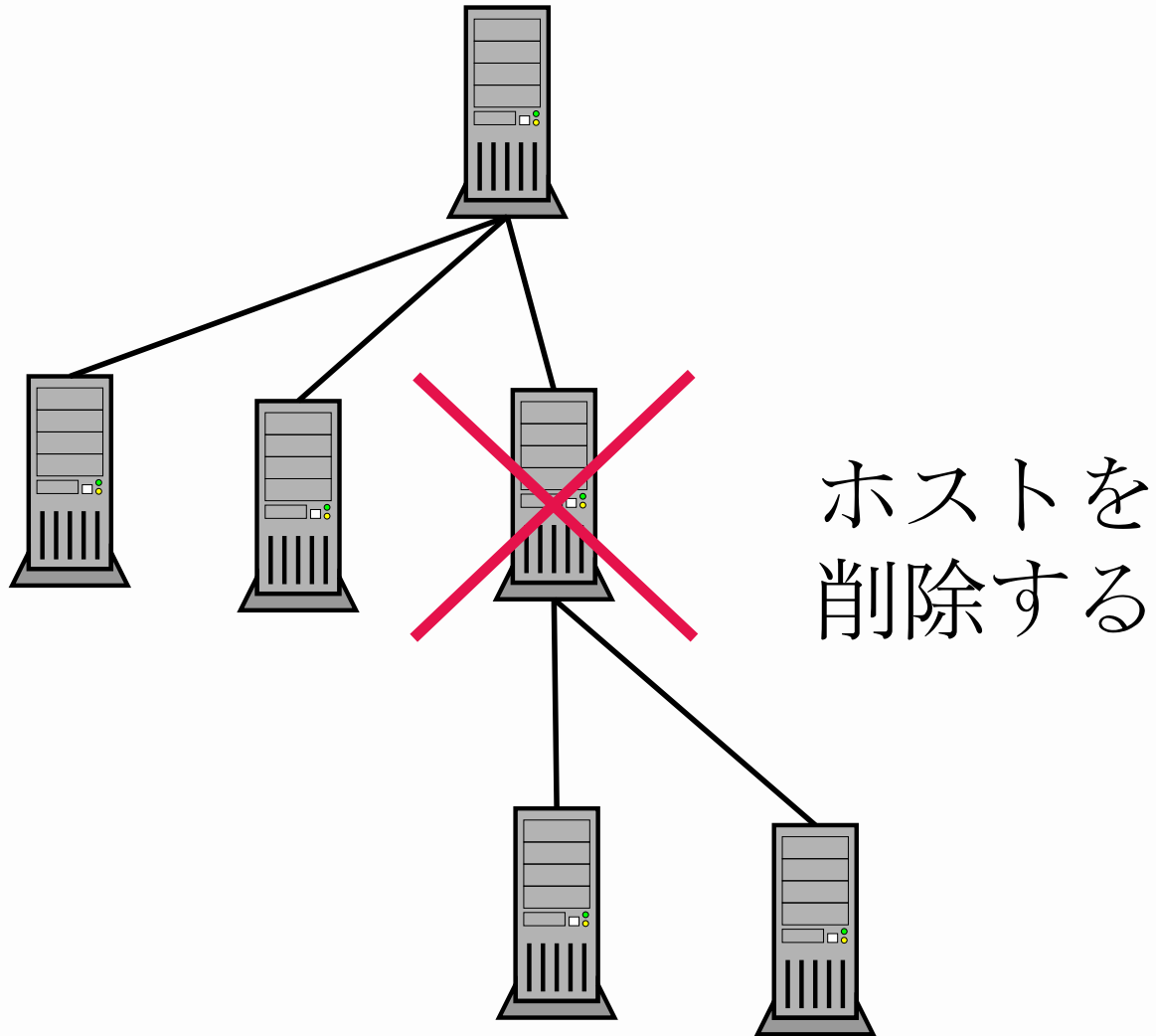
3 秒に
一回



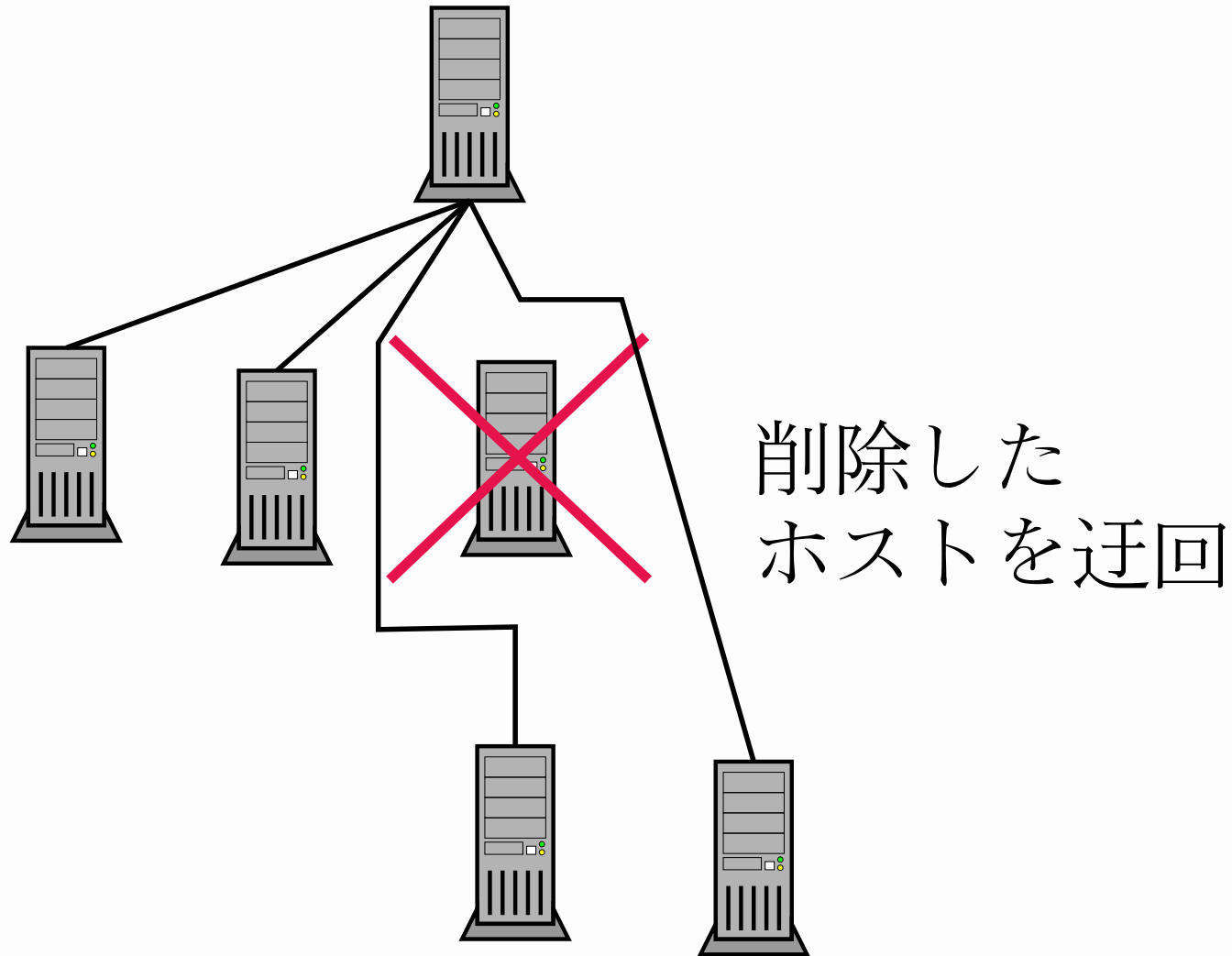
動的に変化

- ホスト削除に対応
 - ⇒ 情報のリレーの中間のノードの欠落から回復
- 1ホストに対してのリンク数制限
 - ⇒ 負荷を集中しない

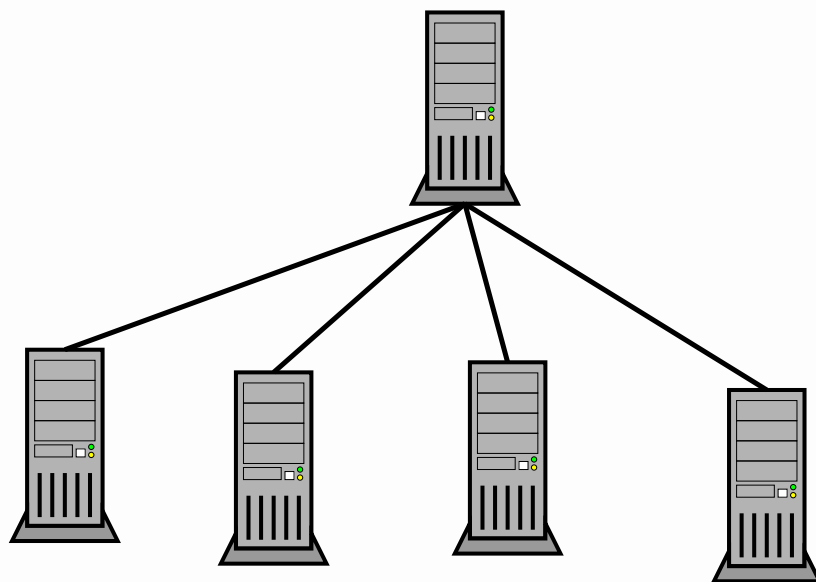
ホスト迂回



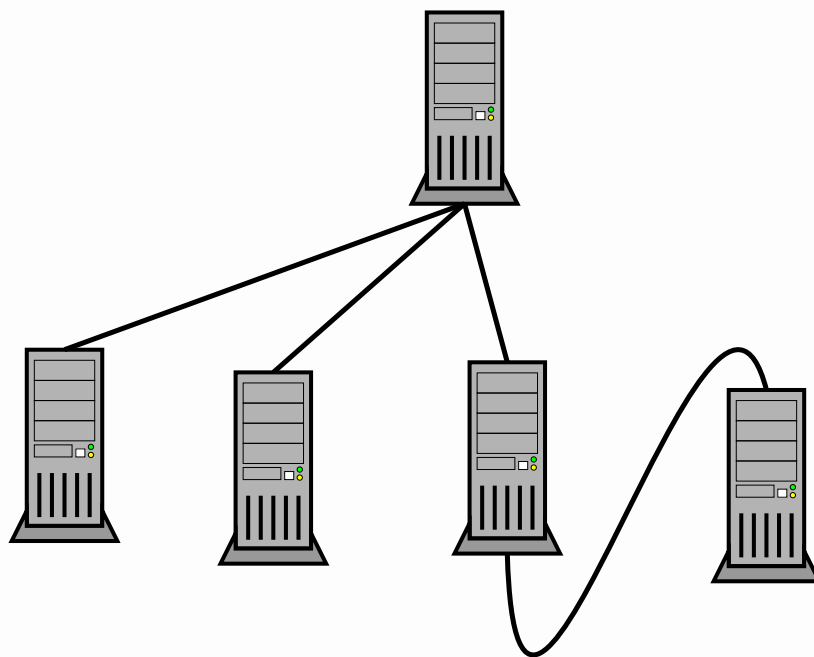
ホスト迂回



リンク数制限メカニズム

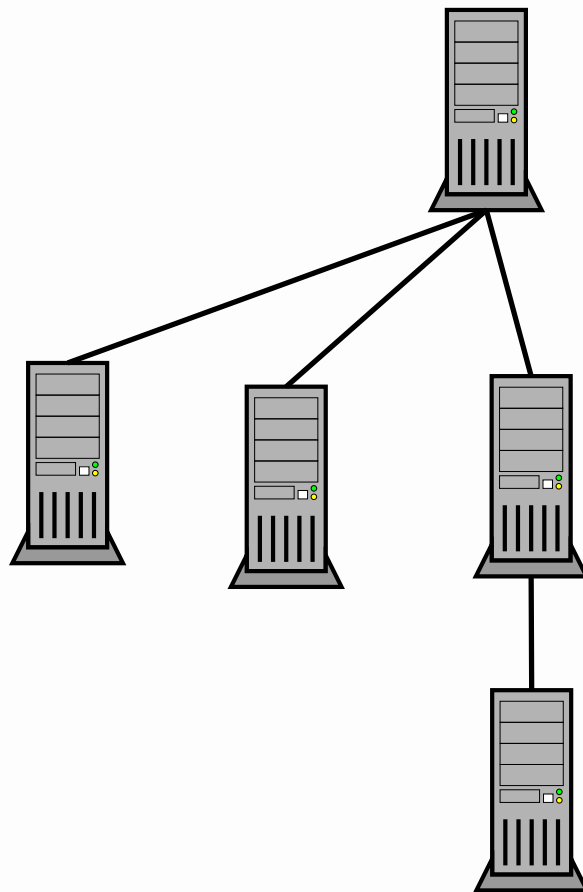


リンク数制限メカニズム



接続先を指令

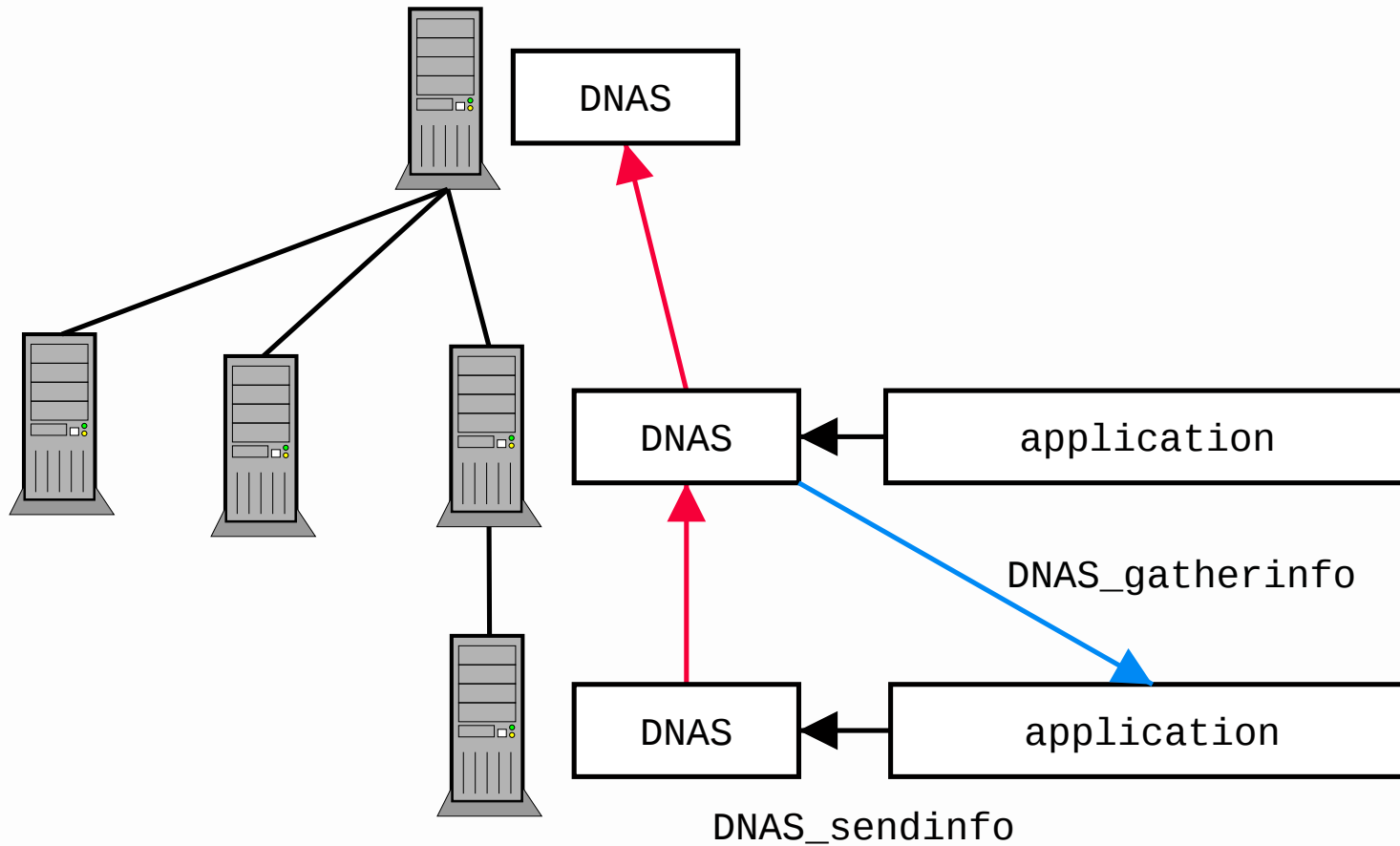
リンク数制限メカニズム



DNAS API

- DNAS_sendinfo = 情報を送信
- DNAS_gatherinfo = 情報を集める
 - ⇒ プロセス間の通信
 - ⇒ 同期はしない
メッセージの送信受信のタイミングは不定
 - ⇒ 「タグ」をつけてメッセージ送受信

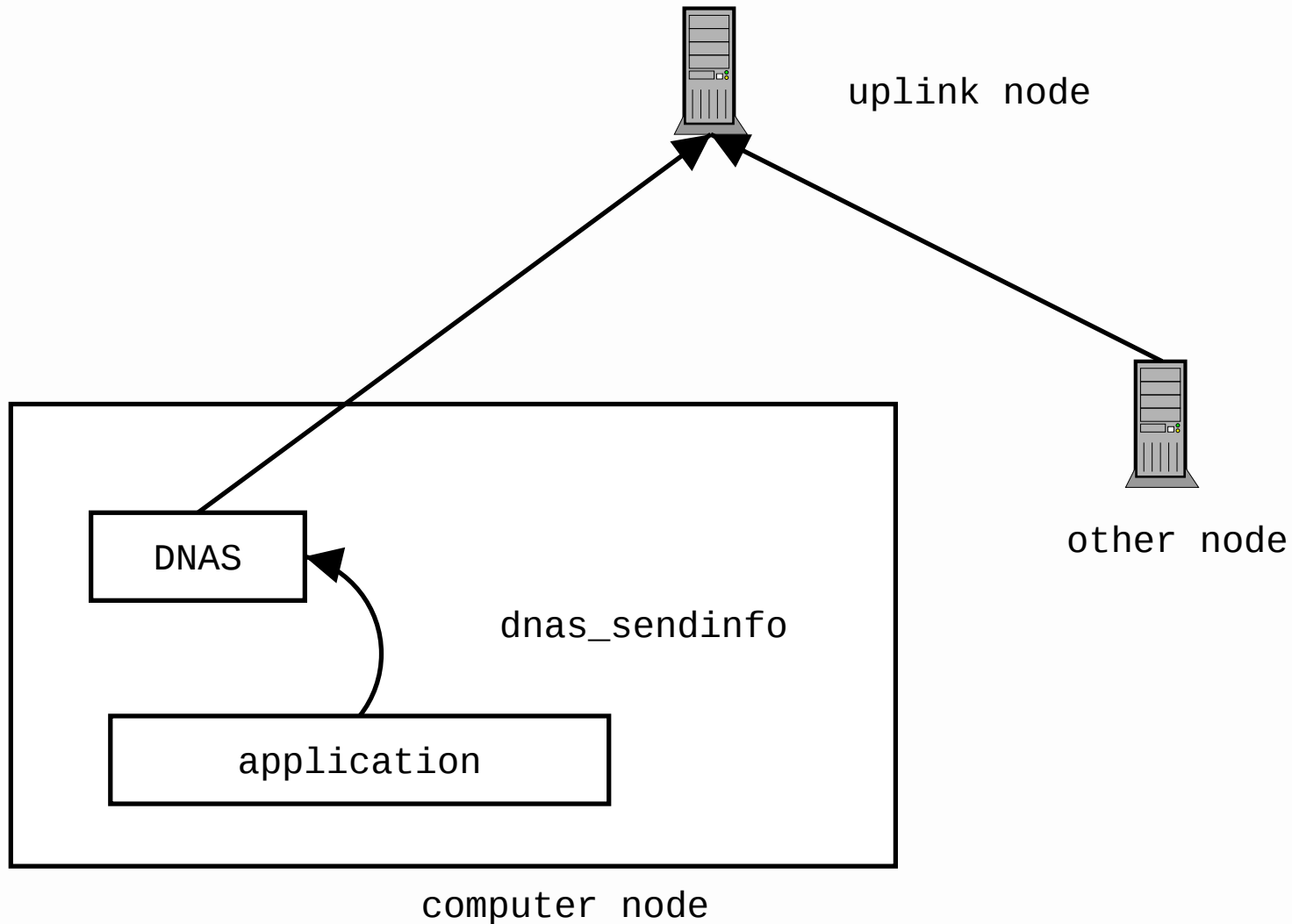
DNAS API



DNAS と アプリケーションの関係

- システム起動
dmboot
- アプリケーション起動
dmrun
- 各ノードに DNAS servent
アプリケーションは libdnas-application
ライブラリ API 経由で通信

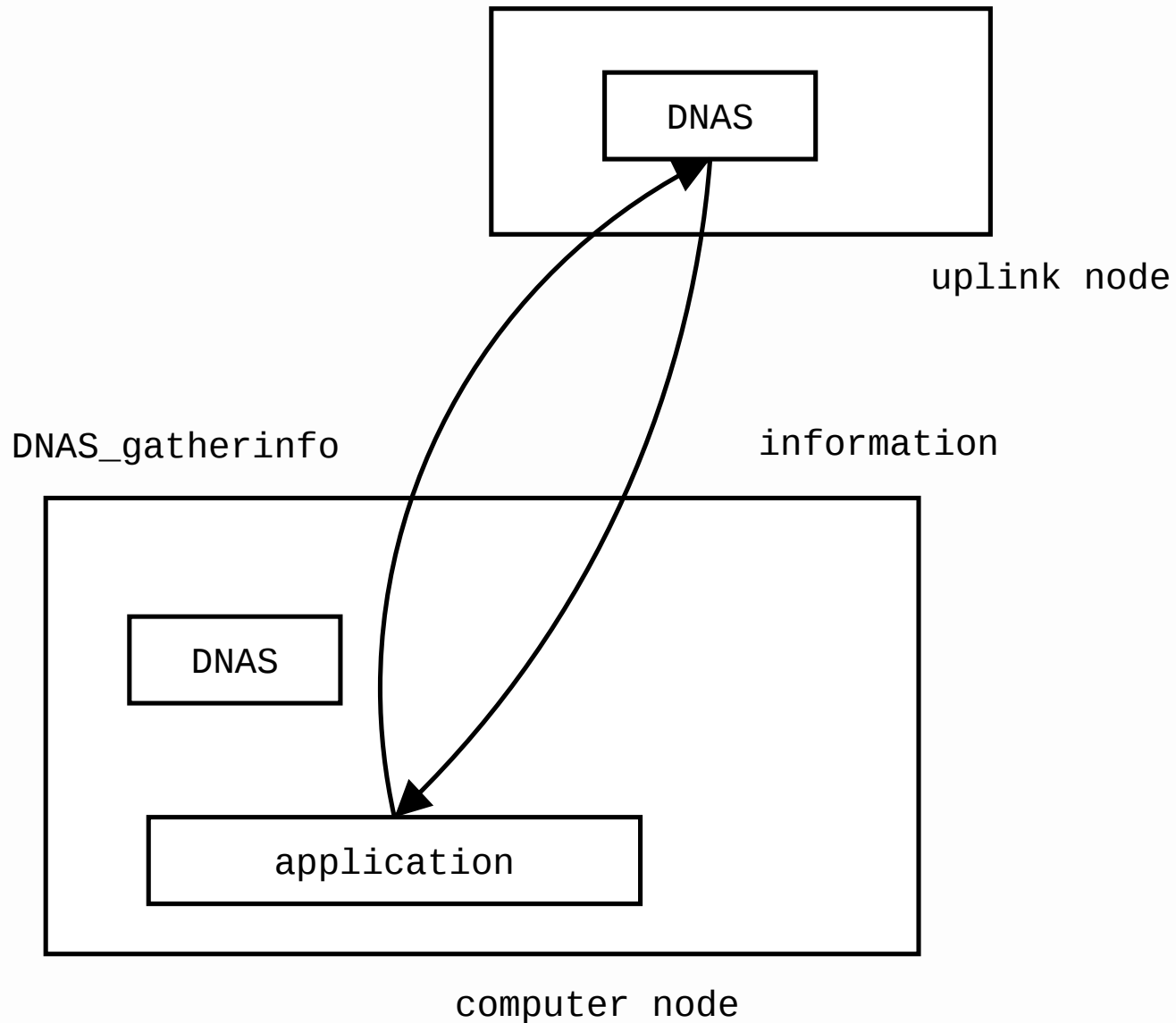
DNAS_sendinfo



タグの利用

- 上流DNASにTAG「ga-gene」をつけてデータ送信
 - ⇒ 「ホスト名： 「ga-gene」 データ」
として格納
- 「ga-gene」をキーとして他のノードは取得

DNAS_gatherinfo



アプリケーション

- 最適化アプリケーションを作成

- ⇒ ランダムサーチ

- ⇒ 遺伝的アルゴリズム

- 実験

- ⇒ 実験環境

- 256PE Pentium III 800MHz

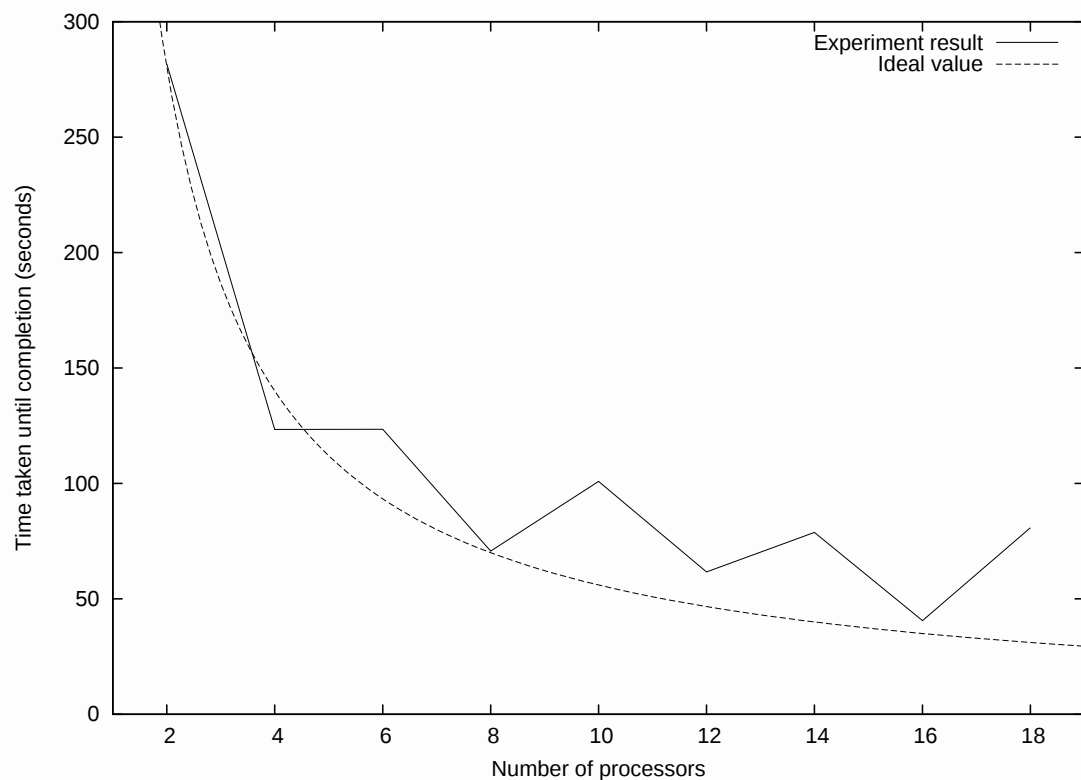
- 100BASE-TX で相互接続

ランダムサーチ

- 問題空間全体を探索する手法
- 設計変数の空間から一点を
無作為に抽出し近似解とする
それまでより良い解なら採用して探索を
続ける
 - ➡ 各ホスト内で探索する
 - ➡ 他のホストに現在の評価を
DNAS_sendinfo で告知
DNAS_gatherinfo で他のホスト確認

ランダムサーチ

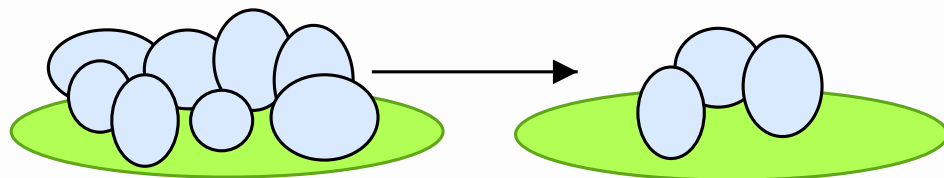
- 28bit の空間を探索する
問題の最適解が求まった時点の時間



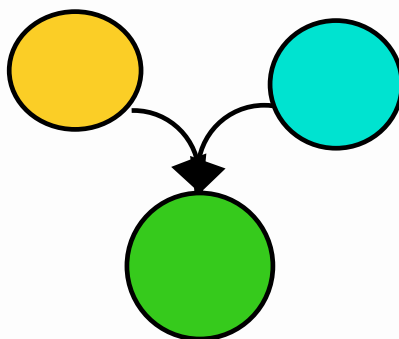
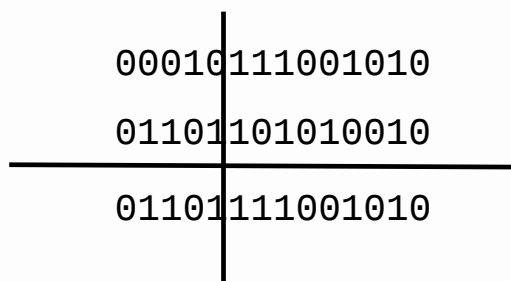
遺伝的アルゴリズム (GA)

- 探索法で，生物の進化過程にヒントを得た
- 最適化問題の設計変数を遺伝子型とみなして，個体群の遺伝子型に対して選択/交叉/突然変異 の遺伝的操作を行い，より評価値の高い個体の遺伝子情報が次の世代に残るようにして一世代の進化とする
- 複数世代経過後，評価値の高い解が導出

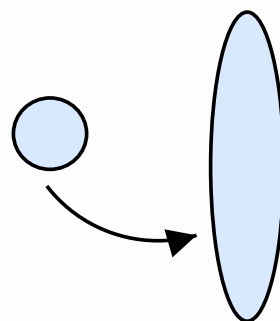
遺伝的アルゴリズム (GA)



選択
環境に適合する
個体が生き残る

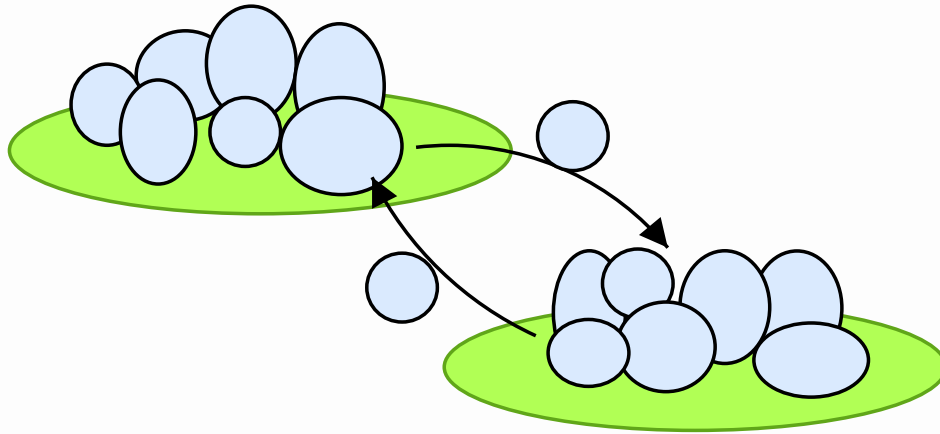


交叉
二つの解の部分
を組み合わせ
て解を生む



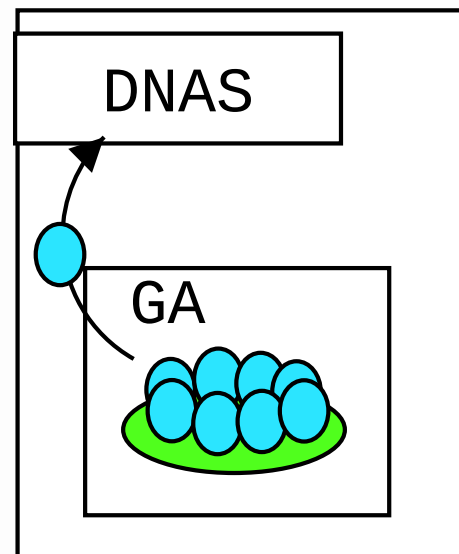
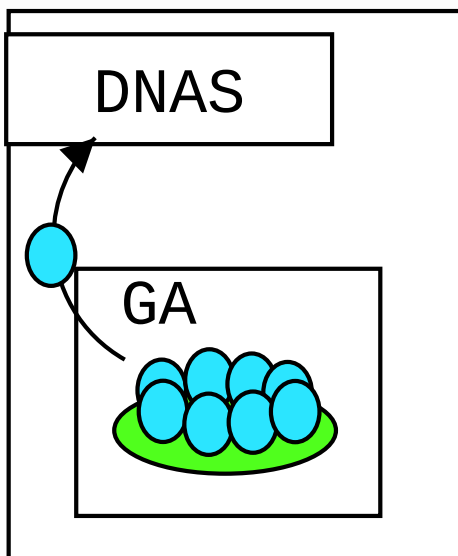
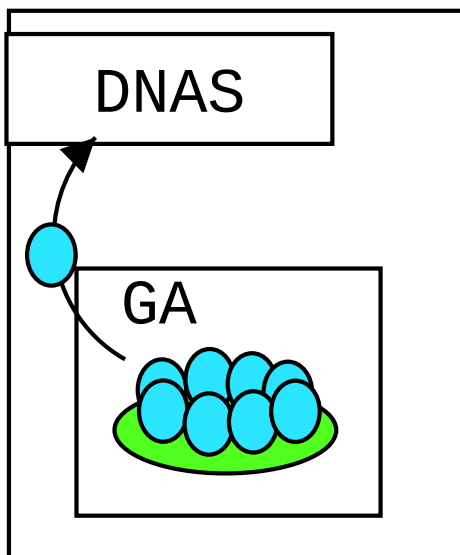
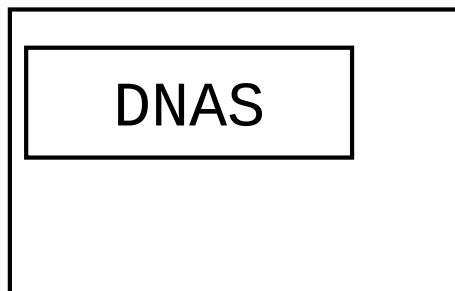
突然変異
個体をランダム
に変異

分散遺伝的アルゴリズム (DGA)

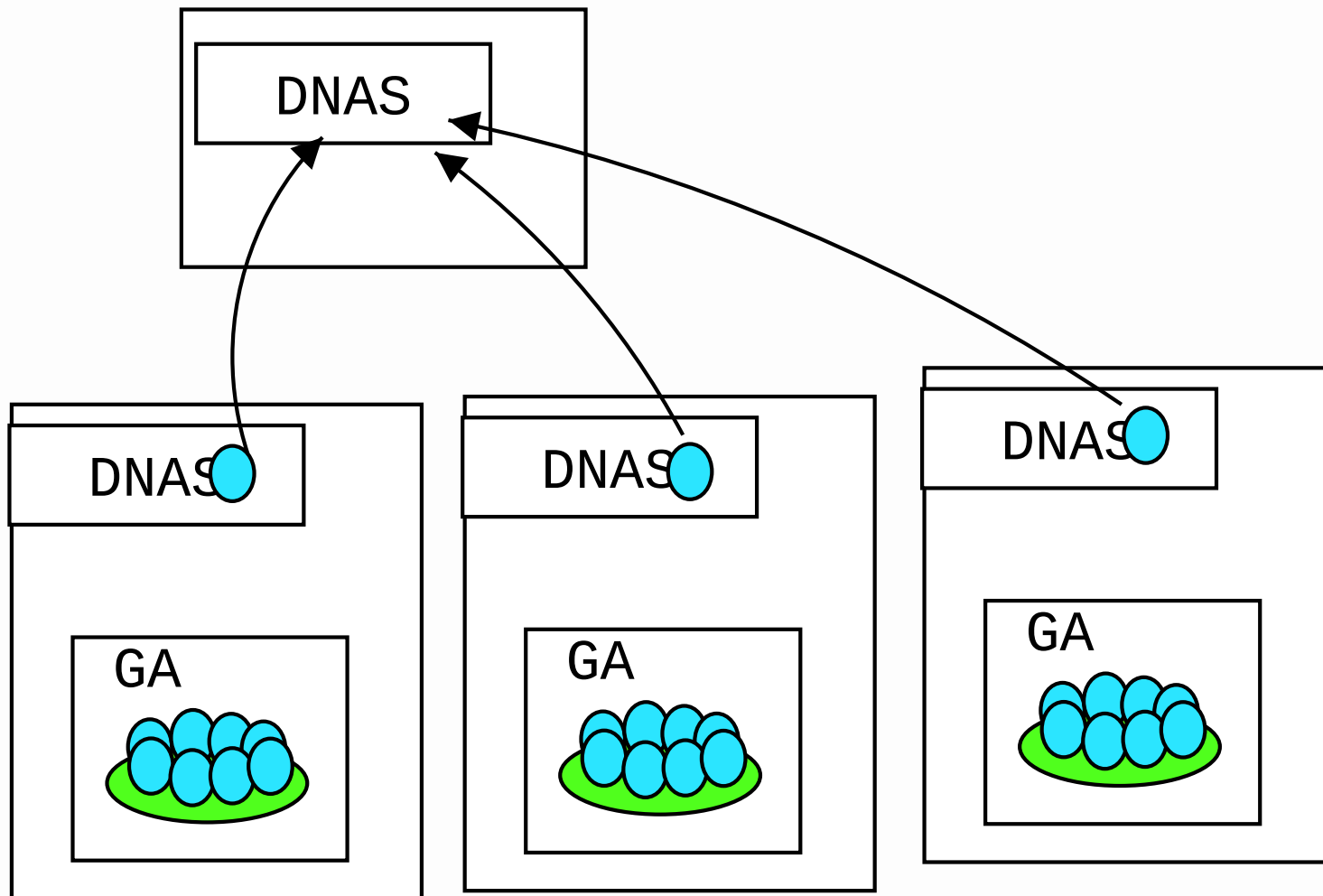


移住
独立に進化して
いる島間で個体
を交換する

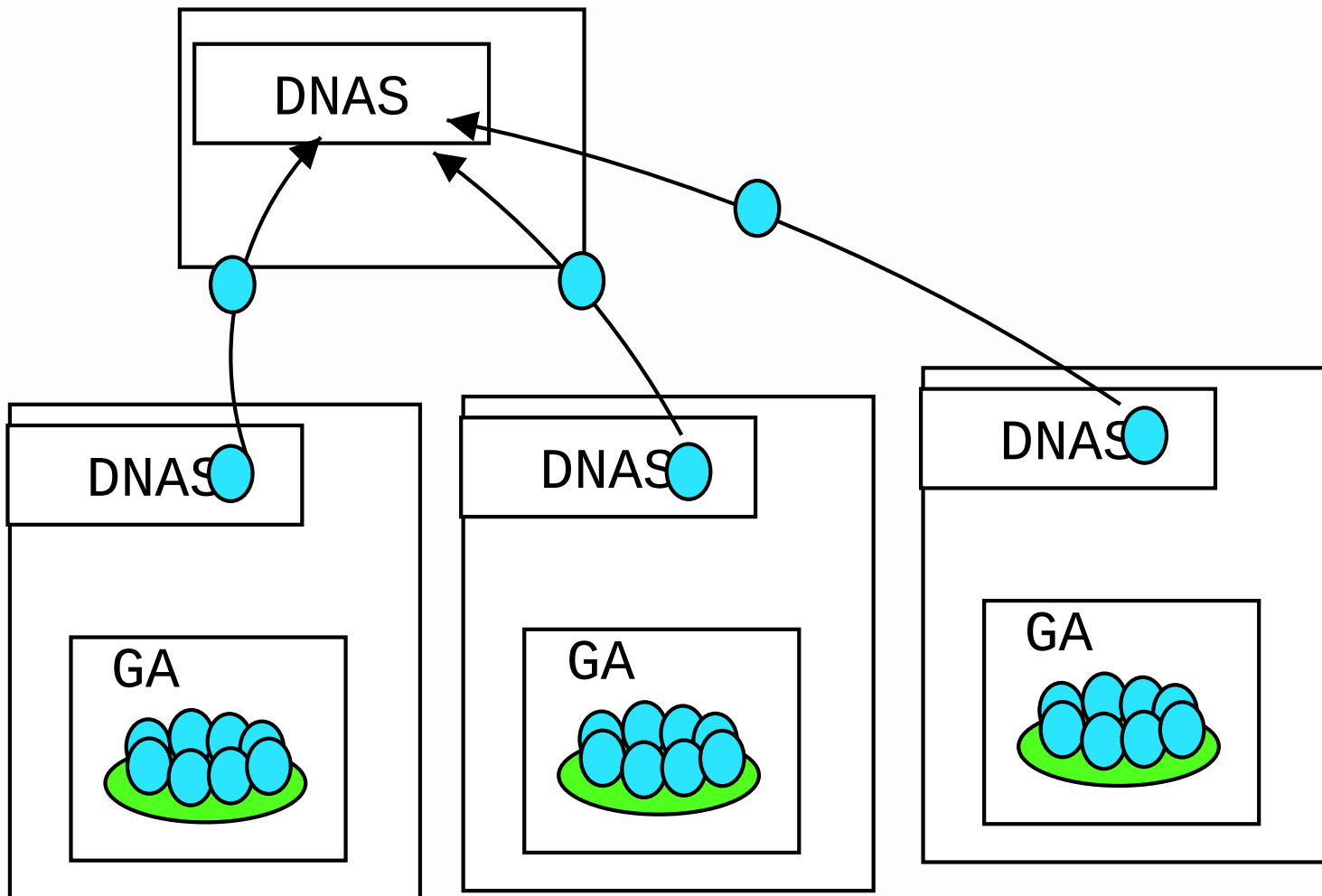
DNAS 上の変形 DGA



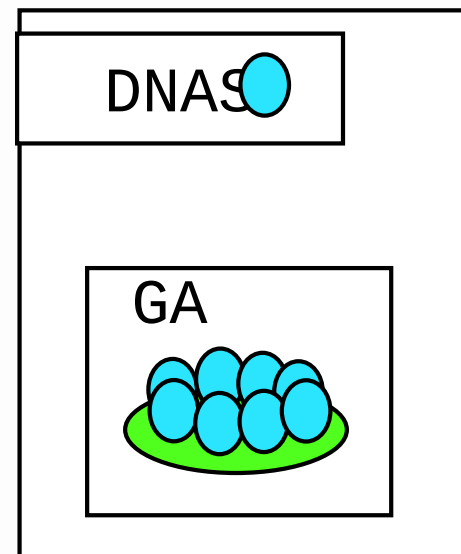
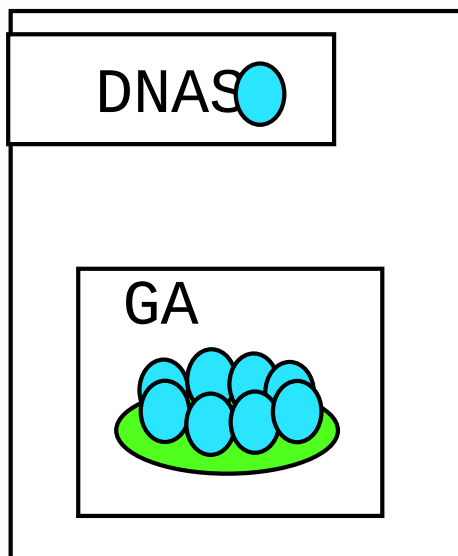
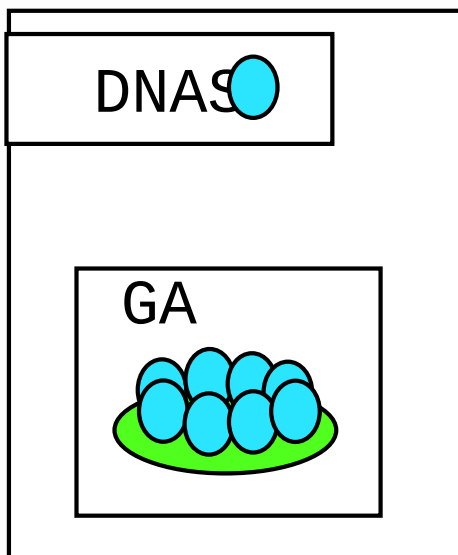
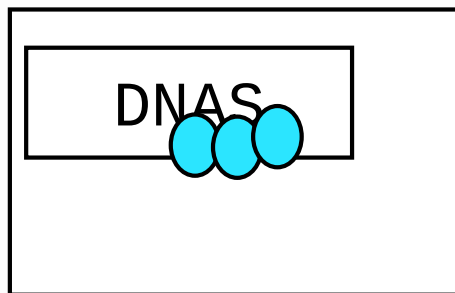
DNAS 上の変形 DGA



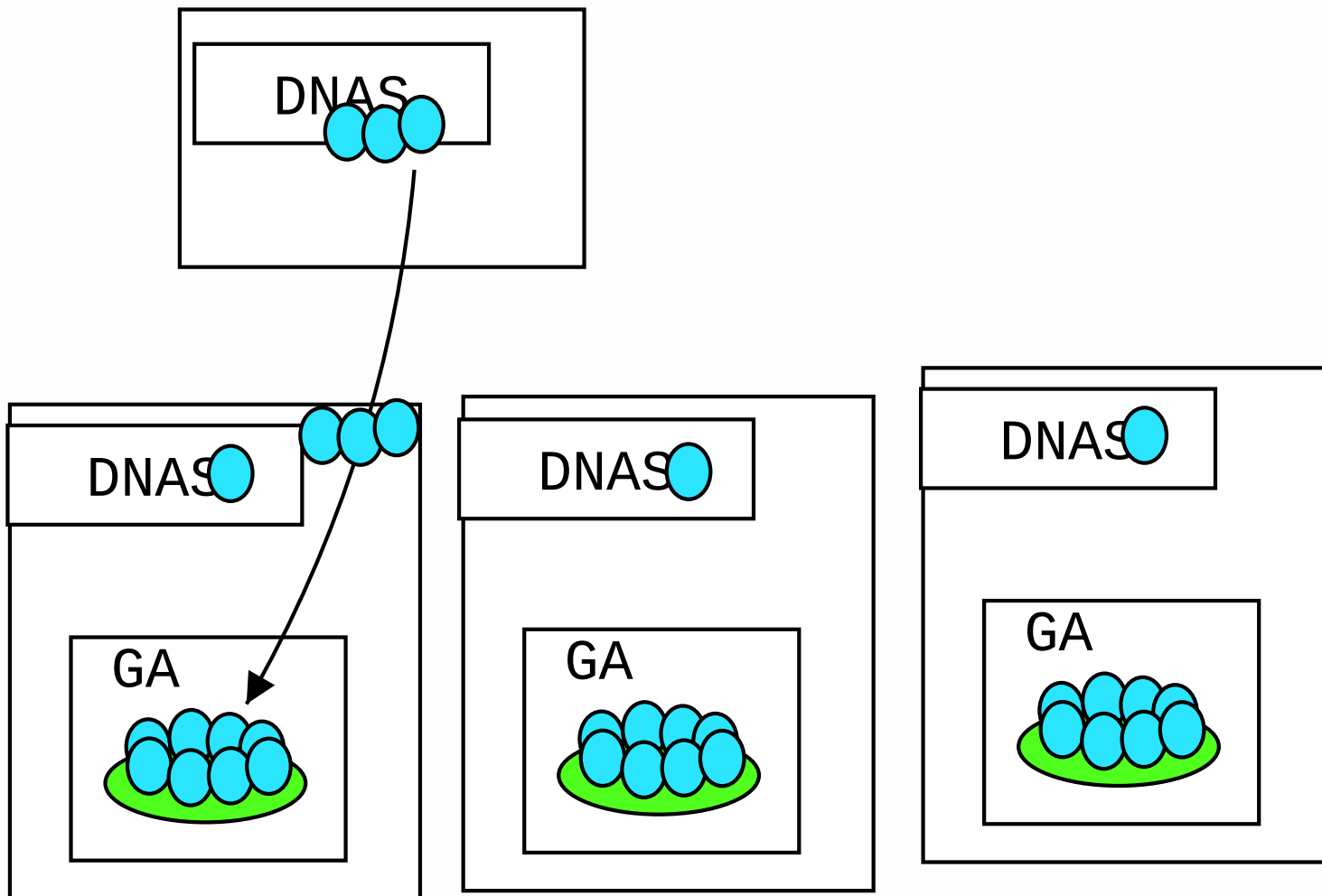
DNAS 上の変形 DGA



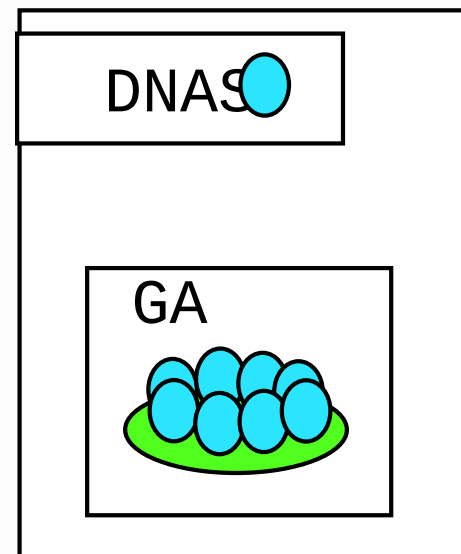
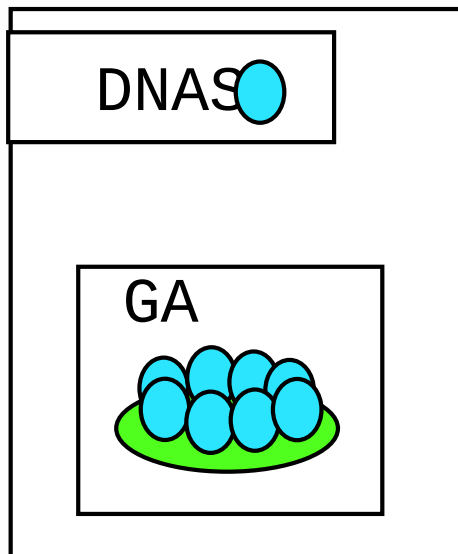
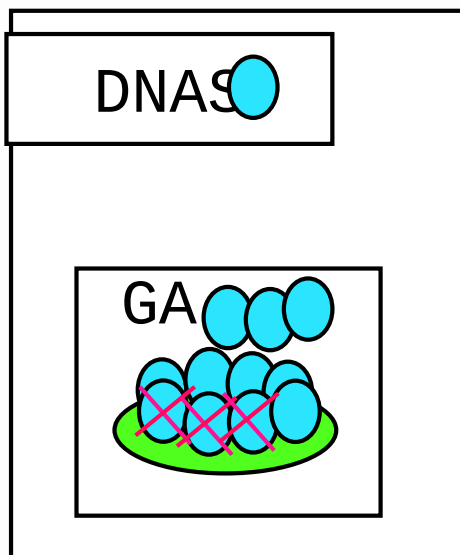
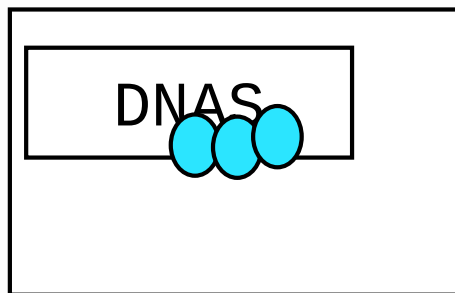
DNAS 上の変形 DGA



DNAS 上の変形 DGA



DNAS 上の変形 DGA



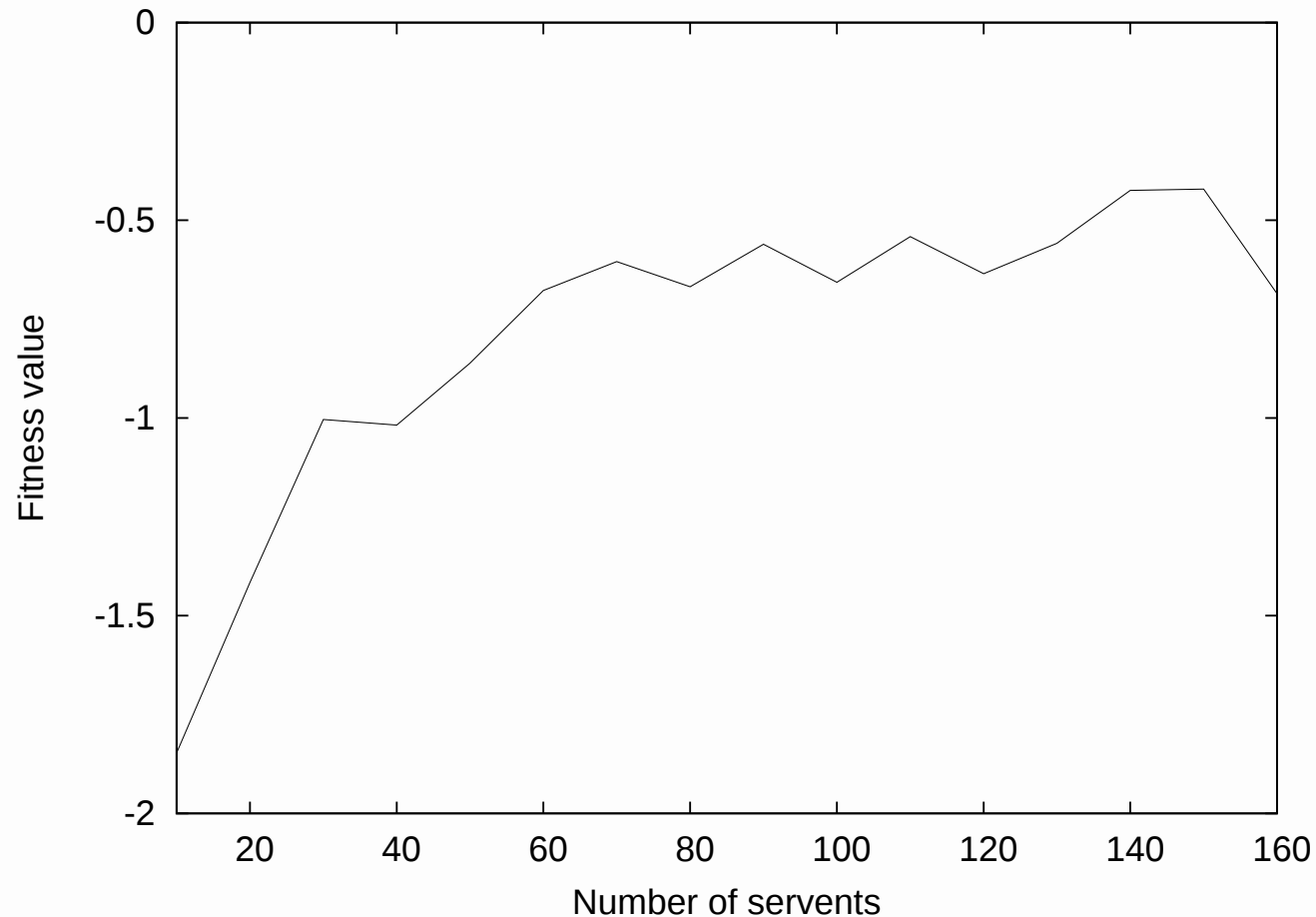
DNAS 上の変形 DGA

- 問題空間は 160bit
 - 最適解の適合度 0
- Rastrigin 関数

$$f = - \left(10n + \sum_{i=1}^n x_i^2 - 10\cos(2\pi x_i) \right)$$
$$x \in [-5.12, 5.12]$$

DNAS 上の変形 DGA

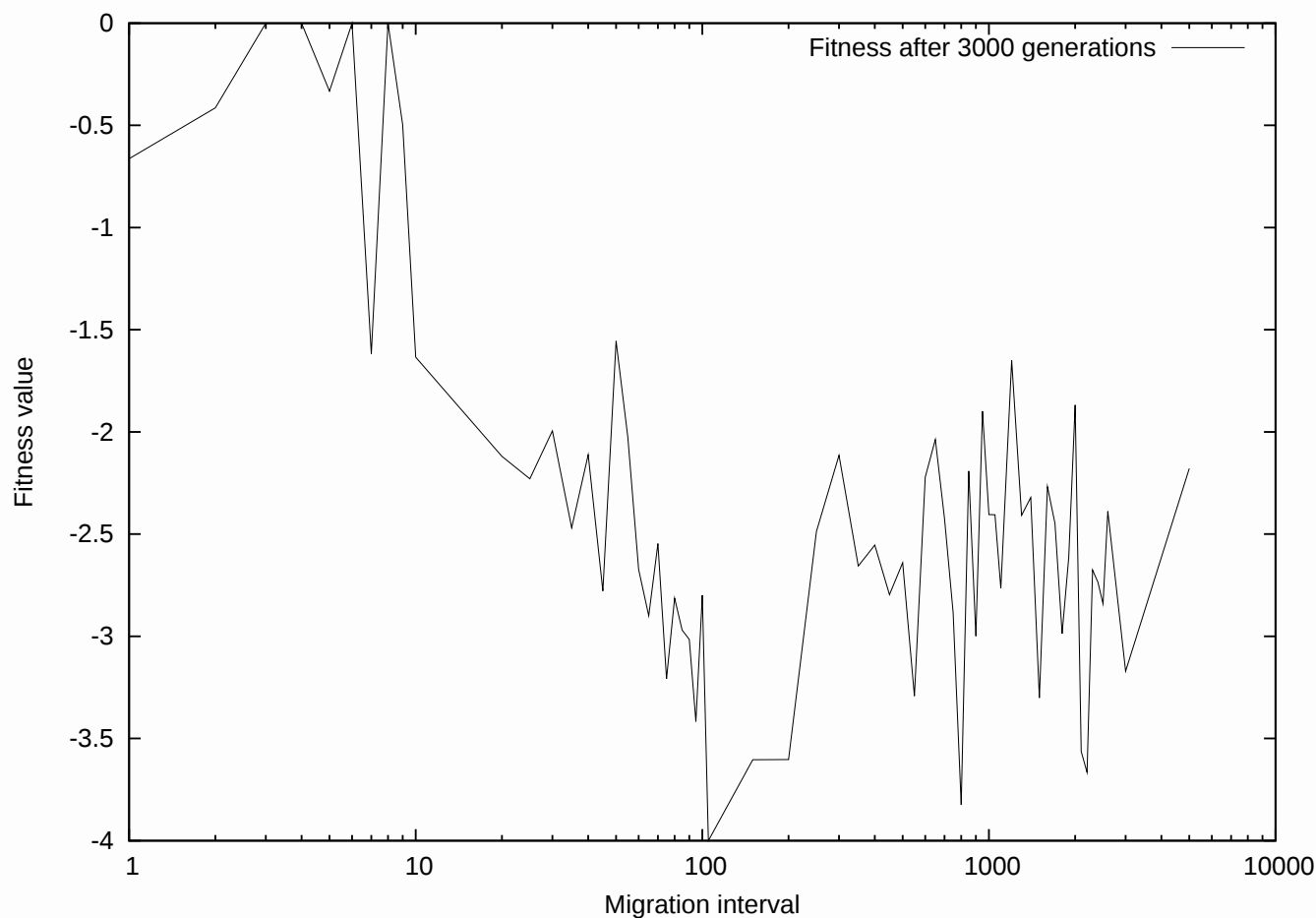
計算に参加するノード数を変化



2000 世代後の適合度

DNAS 上の変形 DGA

解を送信する間隔 (移住間隔) を変化



結論

- 動的な階層構造を持つシステム **DNAS** を提案
- アプリケーションを実装
 - ⇒ ランダムサーチ
 - ⇒ **GA**
30 ノードくらいまでは
並列化効果があった
パラメータを検討する必要がある