

細粒度最適化問題アプリケーションの グリッドテストベッド上への実装

合田 憲人^{1,2} 中村 心至¹

¹東京工業大学

²独立行政法人科学技術振興機構さきがけ



最適化問題

与えられた制約条件 S のもとで目的関数 $f(x)$ を最小(最大)にする解を求める。

minimize/maximize $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$
subject to $(x_1, x_2, \dots, x_n) \in S$
 S : 実行可能解

□ 様々な工学アプリケーションへ応用

□ 情報処理, 制御, 建築, 生命科学, 流通, . . .

□ 莫大な計算時間, 大規模問題求解の放棄

□ グリッド計算への期待

□ 強力な計算資源

□ 低コスト(経費, 管理負担)

研究目的

グリッド計算による大規模最適化問題の高速求解 ～ 分枝限定法アプリケーション～

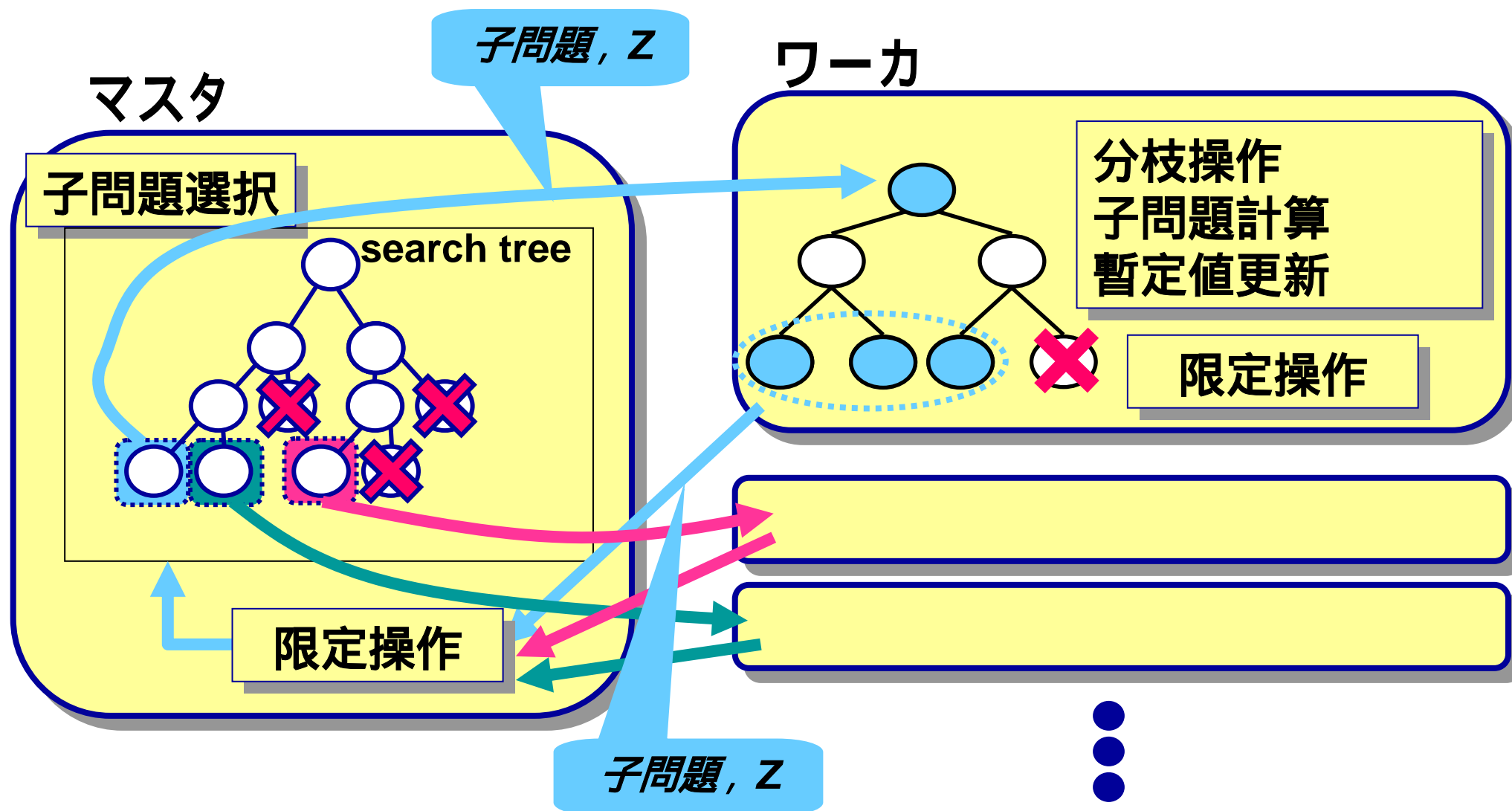
□ 解決すべき問題

- アプリケーションの並列性は高いがタスク粒度は小さい(ものが多い)。
- グリッド上での並列計算はオーバーヘッドが大きい。

□ 解決策

- 階層的マスタ・ワーカ方式を用いたアルゴリズムの開発
 - 通信の局所化, マスタ・ワーカ処理の分散
- GridRPCを用いた実装
 - 2種類のGridRPCによる役割分担

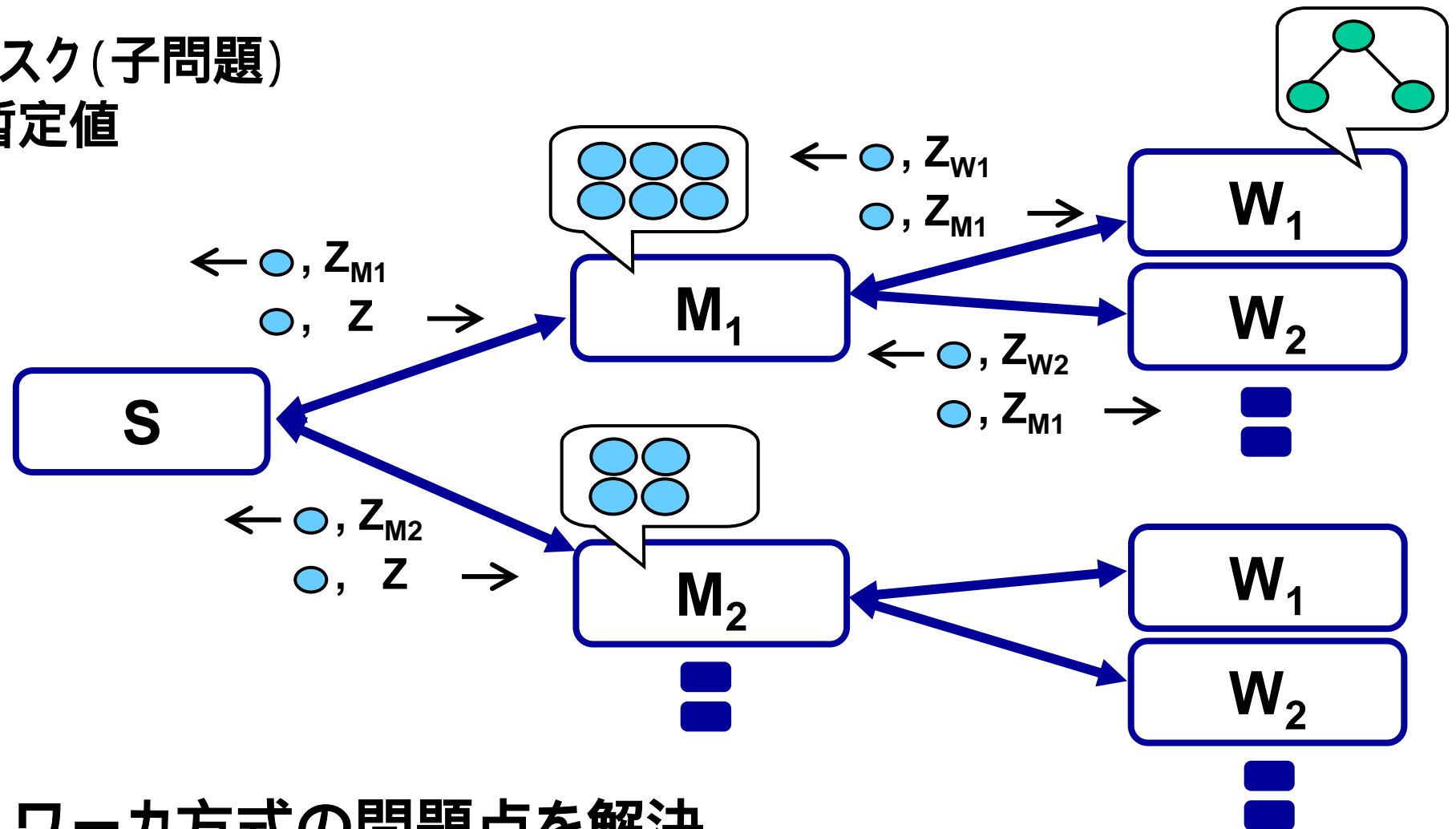
マスタ・ワーカによる分枝限定法の並列化



階層的マスタ・ワーカ方式への拡張

● : タスク (子問題)

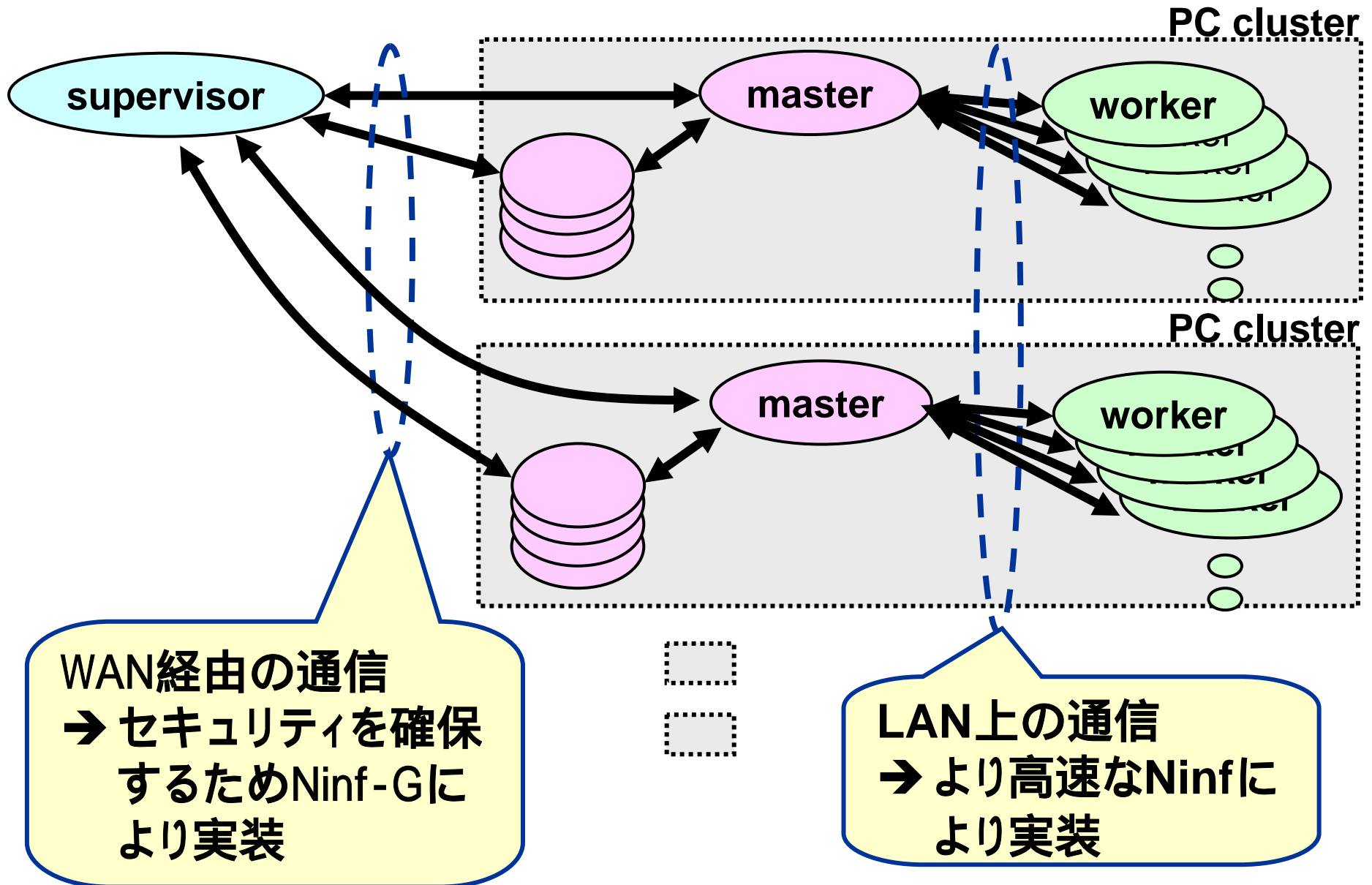
z : 暫定値



マスタ・ワーカ方式の問題点を解決

- 大量通信の局所化による通信オーバーヘッド削減
- マスタ処理の分散化による性能ボトルネック解消

GridRPCによる実装



グリッドテストベッド

sdpa

dual Athlon 1.2GHz x16nodes
東京電機大（埼玉）



RTT=14ms

Grid software

Globus 2.x, Ninf-G 1.1.1

ume

dual PIII 1.4GHz x16nodes
産総研（つくば）



RTT=4ms

client/
supervisor



RTT=0.04ms

blade

dual PIII 1.4GHz x16nodes
東工大（すずかけ台）

LAN

**Super
Titanet**

SINET

RTT=1ms



prestolll

dual Athlon 1.6GHz x16nodes
東工大（大岡山）

グリッドテストベッド上での実行時間

BMI Eigenvalue Problem

synthetic benchmark ($n_x=n_y=6$, $m=24$)

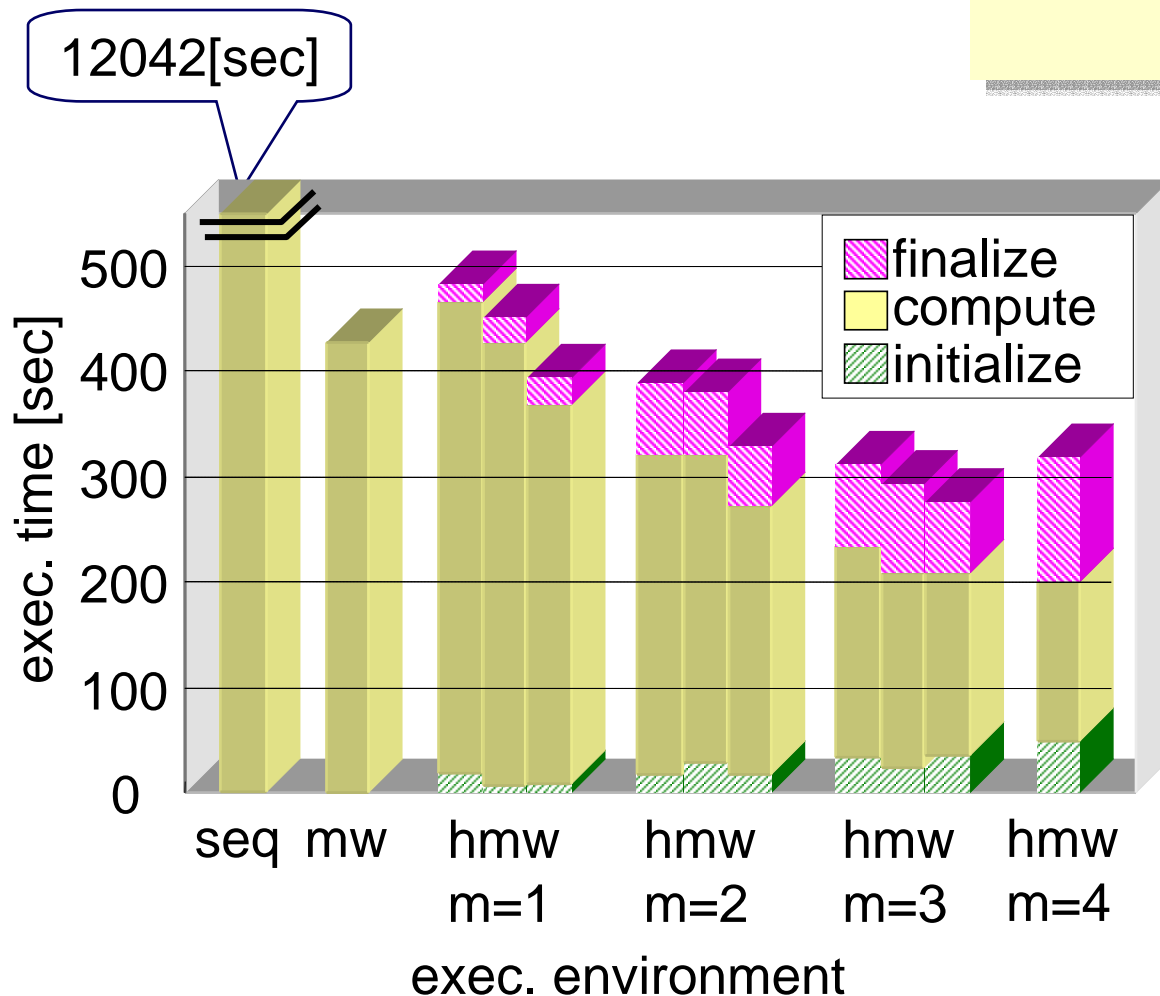
平均タスク実行時間 = 0.5sec

全実行時間: $m=3$ まで実行時間短縮

speedup = 44

除finalize: $m=4$ まで実行時間短縮

speedup = 60



mw: blade

hmw m=1:

ume

sdpa

prestoll

hmw m=2:

blade, ume

blade, sdpa

blade, prestoll

hmw m=3:

blade, ume, sdpa

blade, prestoll, sdpa

blade, prestoll, ume

hmw m=4:

blade, prestoll, ume, sdpa

負荷分散

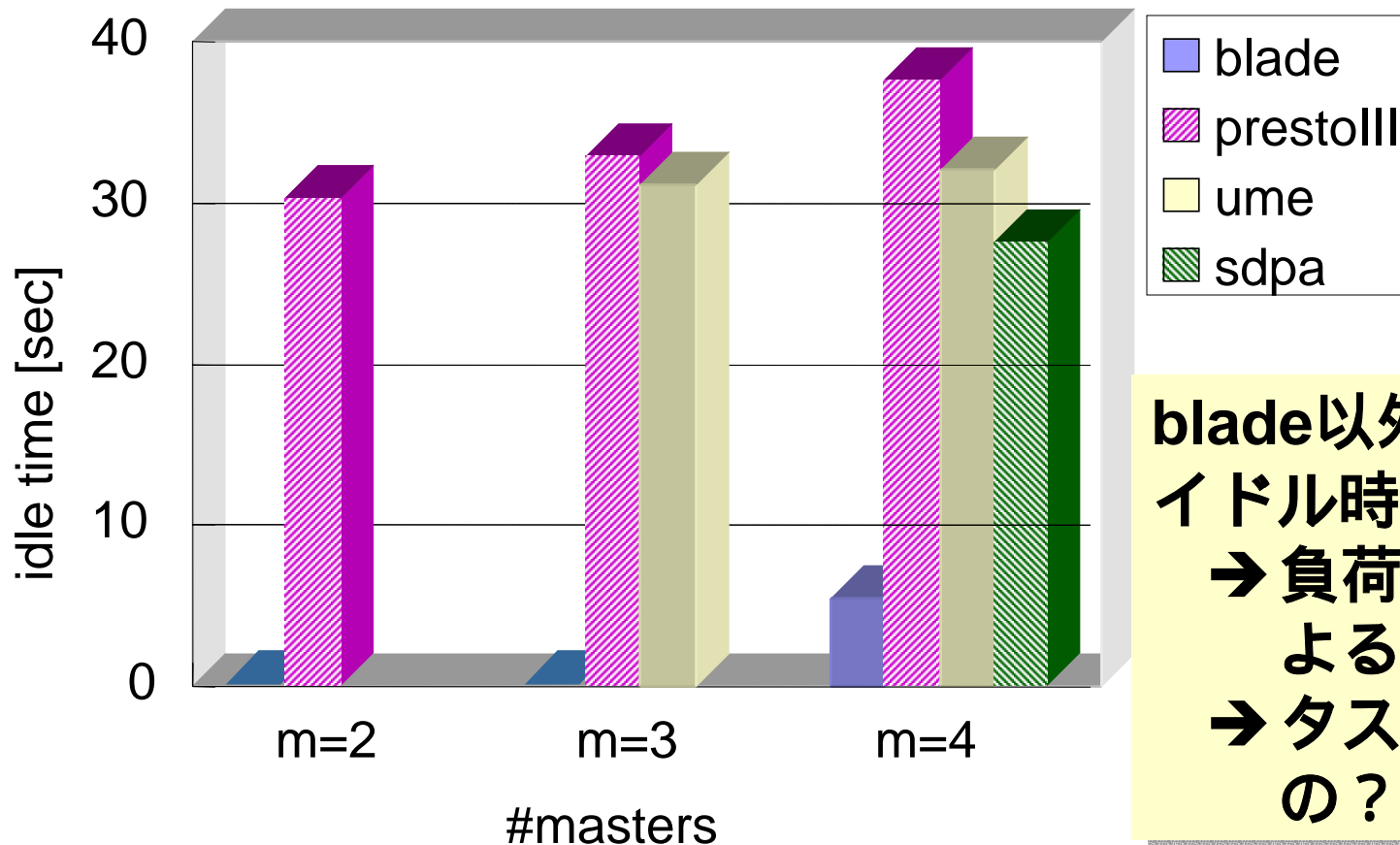
負荷分散アルゴリズム

$$P(i) = T_{\text{task}}(i) \times N_{\text{workers}}(i) / \sum_j (T_{\text{task}}(j) \times N_{\text{workers}}(j))$$

$$N_{\text{task}}(i) = N_{\text{task}}(\text{total}) \times P(i)$$

BMI Eigenvalue Problem

synthetic benchmark ($n_x=n_y=6$, $m=24$)



blade以外は30sec程度のアイドル時間

→ 負荷分散アルゴリズムによるもの？

→ タスクの並列度によるもの？