

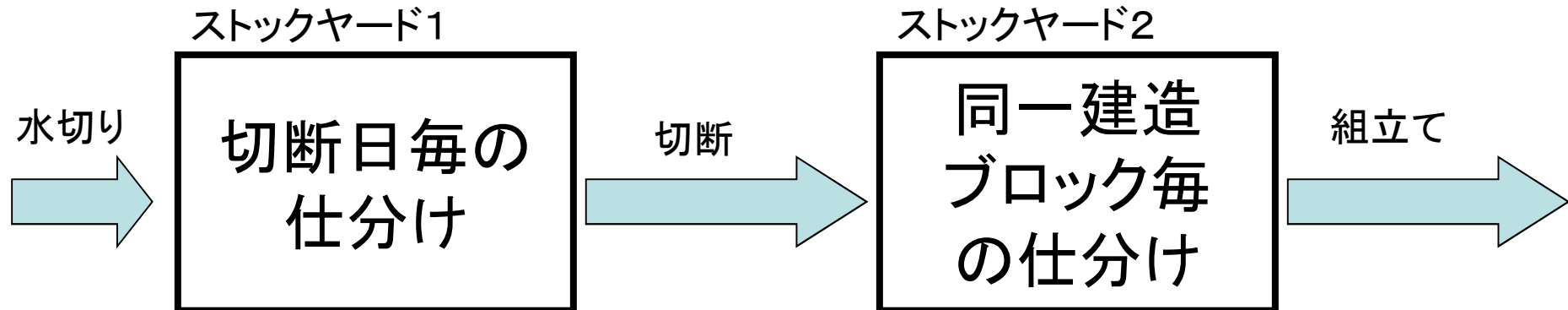
造船所鋼板ストックヤードにおける 仕分け作業の効率化

九州大学 海洋システム工学部門
木村 元

株式会社大島造船所
中尾 洋一

九州大学 海洋システム工学部門
梶原 宏之

造船所における鋼板の流れ

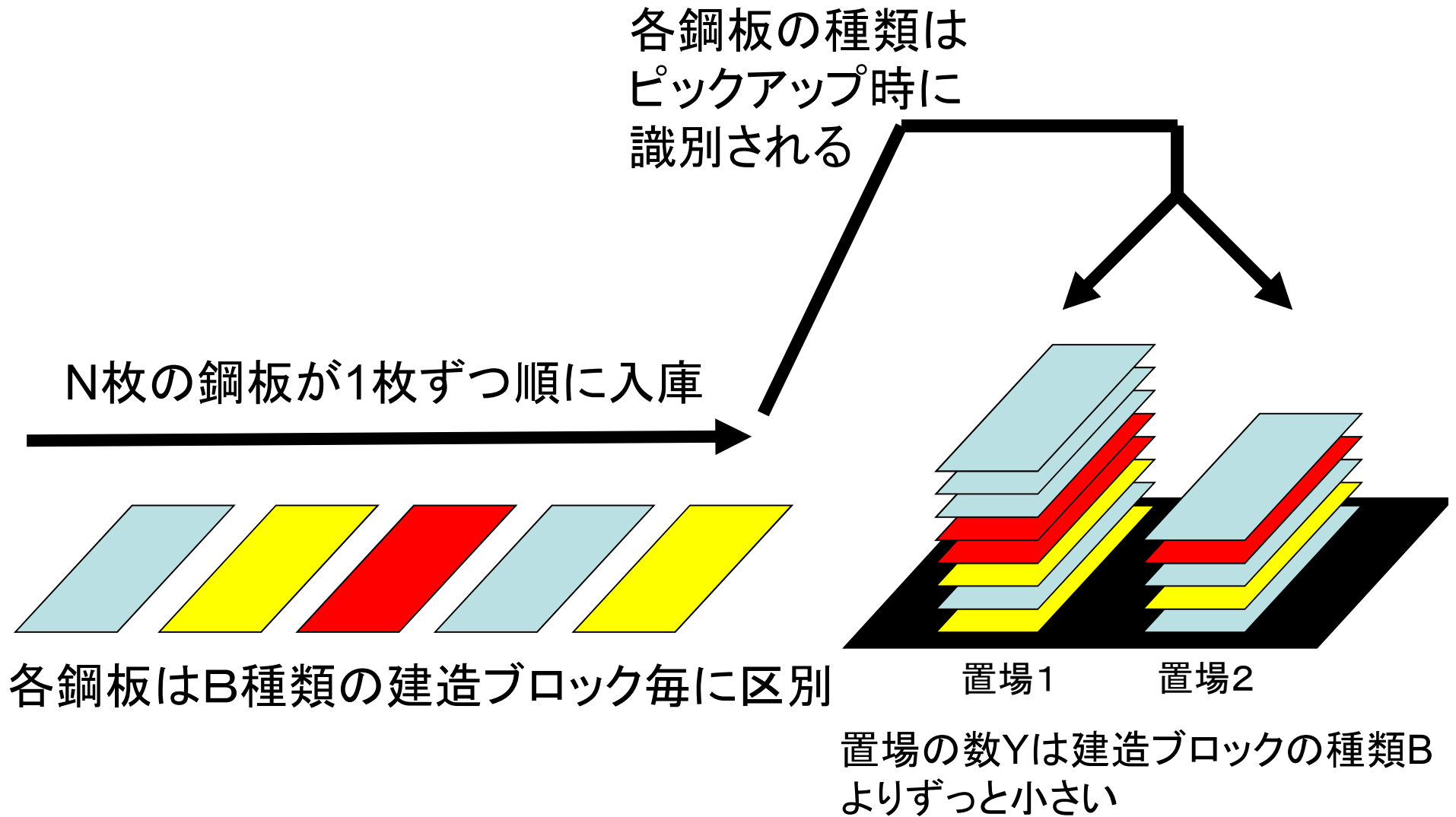


- 切断日毎の決められた置場へ置くだけ
- 板繰りをする余裕はない
- 置き場・能力に余裕

- 仕分けが完了したブロックから順に次の工程へ送る
- ブロック数分の置場は確保できない
→ 板繰り

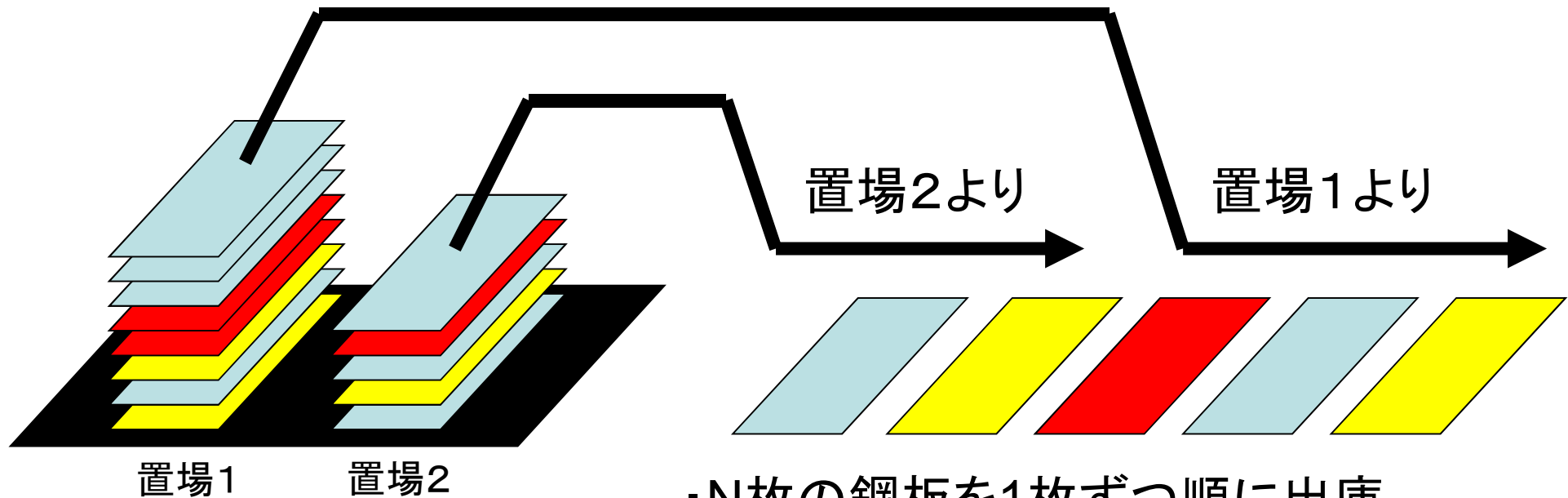
接近法：
切断日毎の仕分け施設の余剰能力を生かし、
建造ブロック毎の仕分け作業の板繰りを軽減

問題設定：ストックヤードでの作業（入庫）



問題設定：ストックヤードでの作業（出庫）

- ・置場に積まれた鋼板を上から1枚ずつ順に運び出す
- ・番号の小さい置場の鋼板から運ぶ
- ・その置場の鋼板が無くなったら次の置場から運び出す

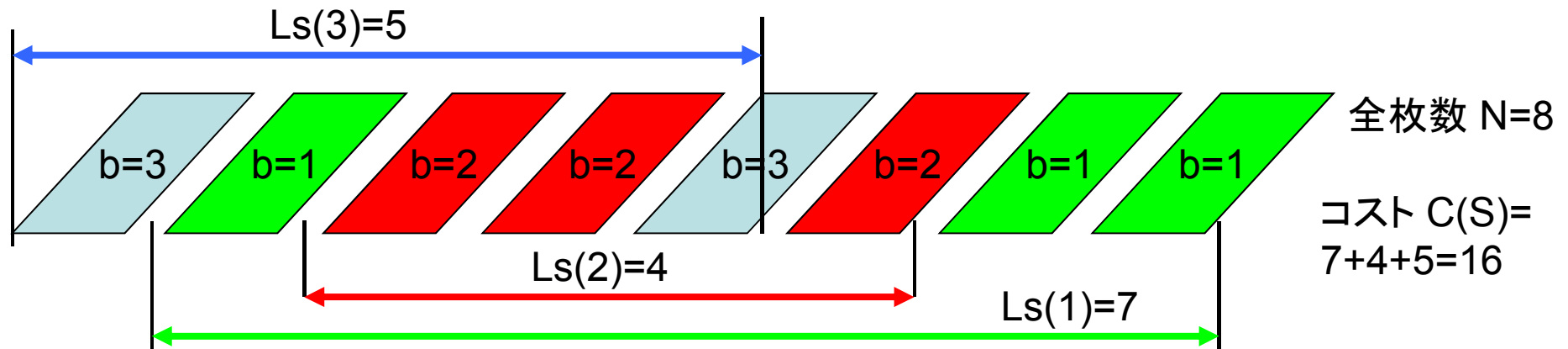


- ・N枚の鋼板を1枚ずつ順に出庫
- ・鋼板の並び方は、建造ブロックB毎に仕分ける板繰り作業量で評価

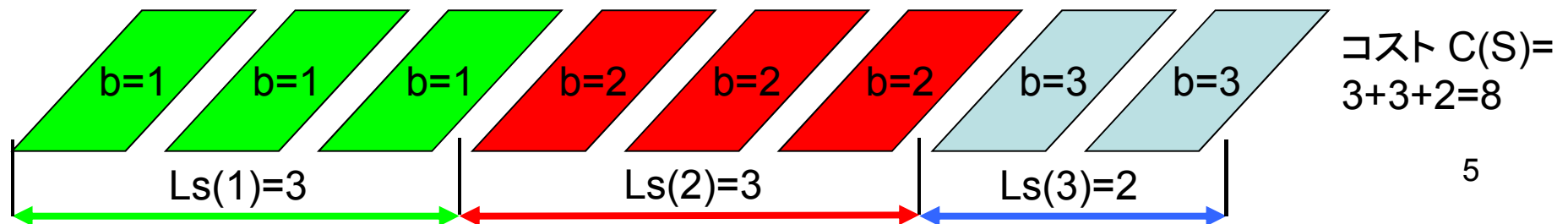
板繰り作業量の定量化：コスト関数の定義

- ・ストックヤードから出庫(入庫)する鋼板の並び順に積まれた鋼板の山からB種類のブロック別に仕分けを行う作業
- ・実際の作業量は仕分け設備能力に依存 → 解析困難
- ・仕分け設備能力に依存しないコスト関数：**ブロック区間長合計**

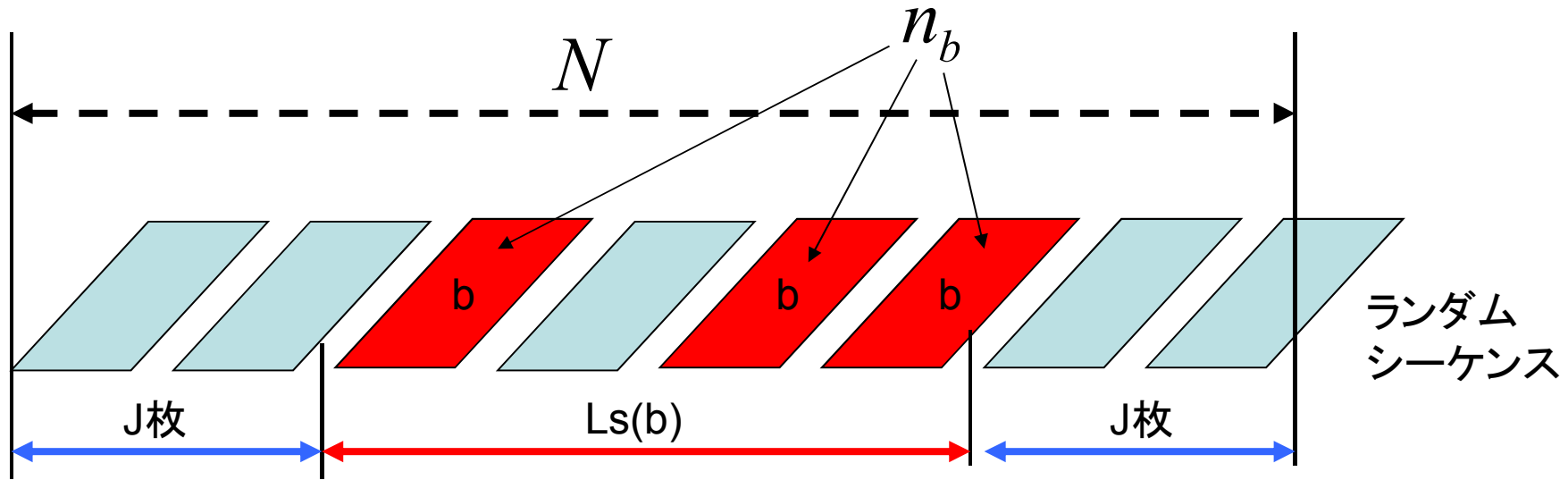
例1：あまり好ましくないシーケンス



例2：理想的なシーケンス



解析：鋼板数とブロック長の関係



区間長 $Ls(b)$ の期待値・分散

端から注目ブロック
の板の間に他の板が
J枚入る確率 $f(j)$

$$f(0) = \frac{n_b}{N}$$

$$f(1) = \frac{N - n_b}{N} \frac{n_b}{N - 1}$$

$$f(2) = \frac{N - n_b}{N} \frac{N - n_b - 1}{N - 1} \frac{n_b}{N - 2}$$

⋮

$$f(j) = \frac{n_b}{N - n_b + 1} \prod_{m=0}^{j-1} \frac{N - n_b - m + 1}{N - m}$$



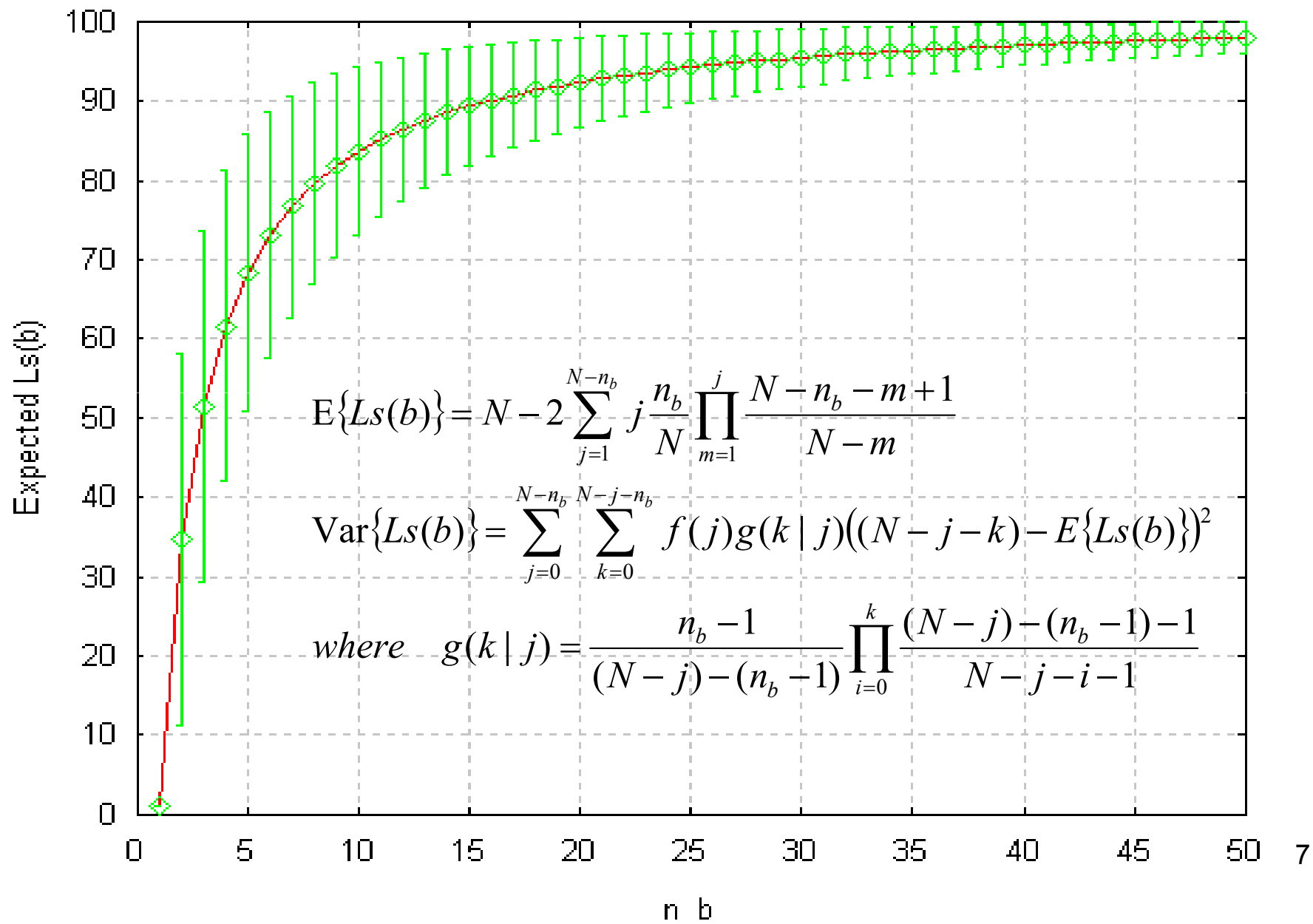
$$E\{Ls(b)\} = N - 2 \sum_{j=1}^{N-n_b} j \frac{n_b}{N} \prod_{m=1}^j \frac{N - n_b - m + 1}{N - m}$$

$$\text{Var}\{Ls(b)\} = \sum_{j=0}^{N-n_b} \sum_{k=0}^{N-j-n_b} f(j) g(k | j) ((N - j - k) - E\{Ls(b)\})^2$$

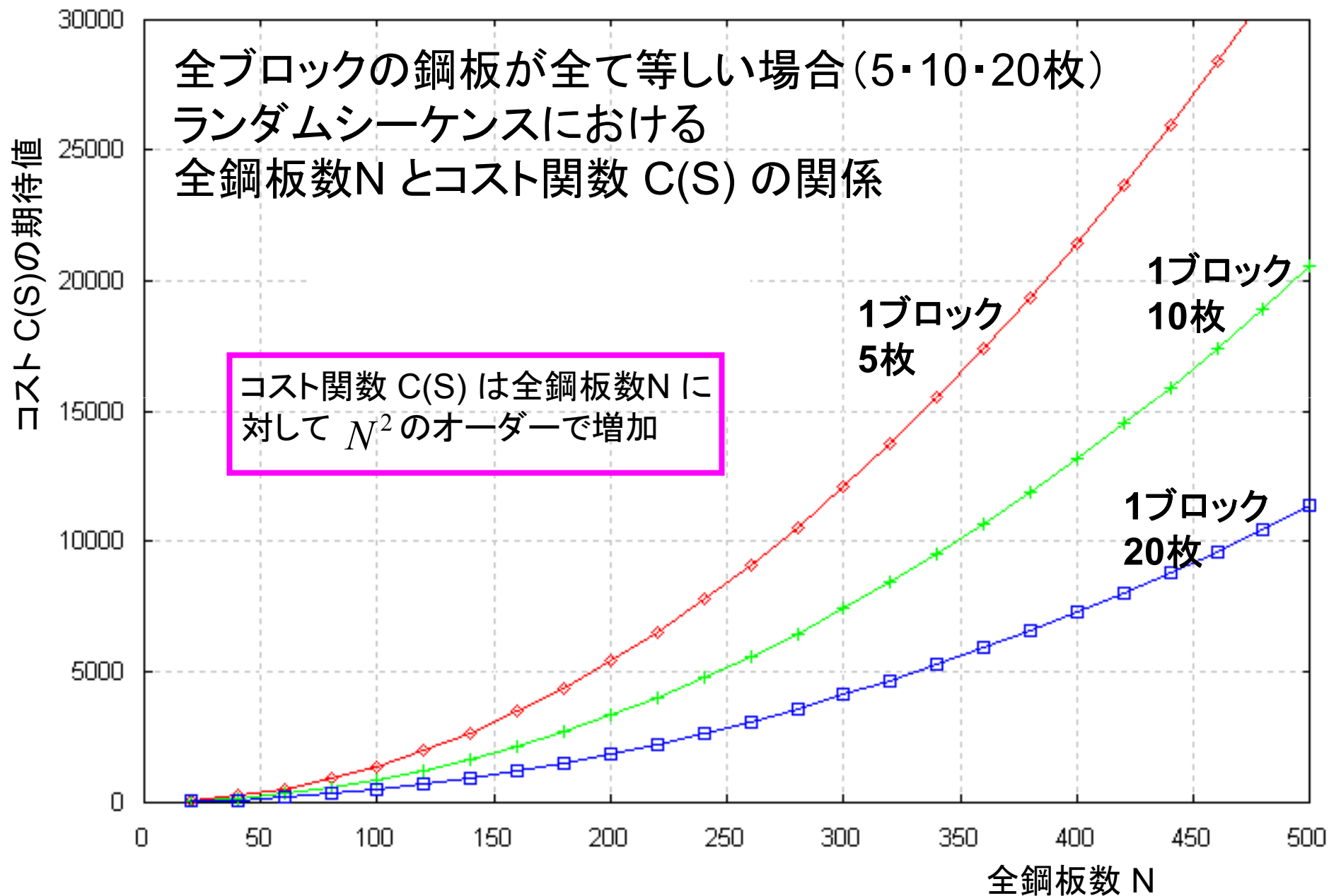
$$\text{where } g(k | j) = \frac{n_b - 1}{(N - j) - (n_b - 1)} \prod_{i=0}^k \frac{(N - j) - (n_b - 1) - 1}{N - j - i - 1}$$

解析：鋼板数とブロック長の関係

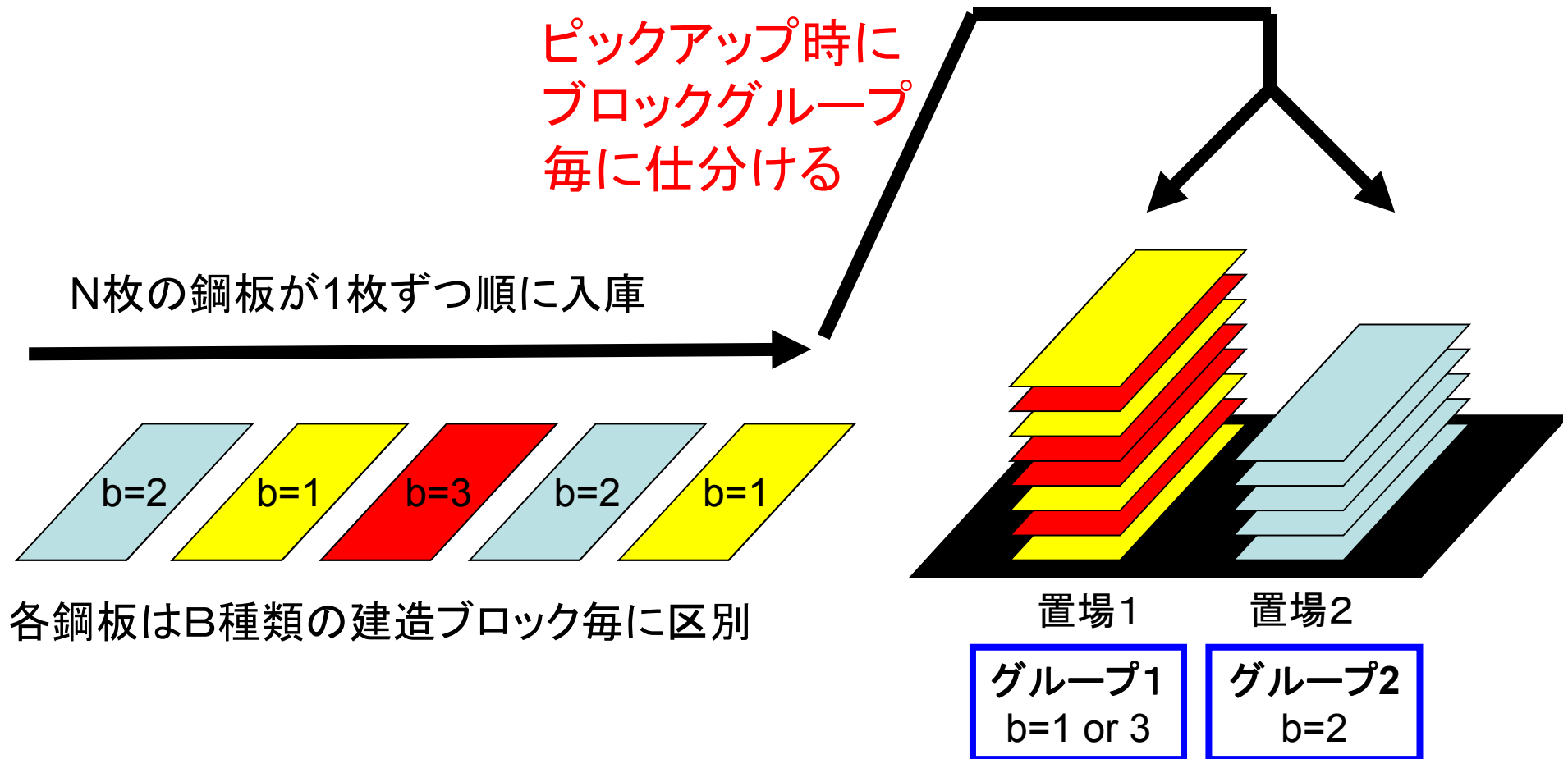
$N = 100$



解析：鋼板数・ブロック種類数とコスト関数

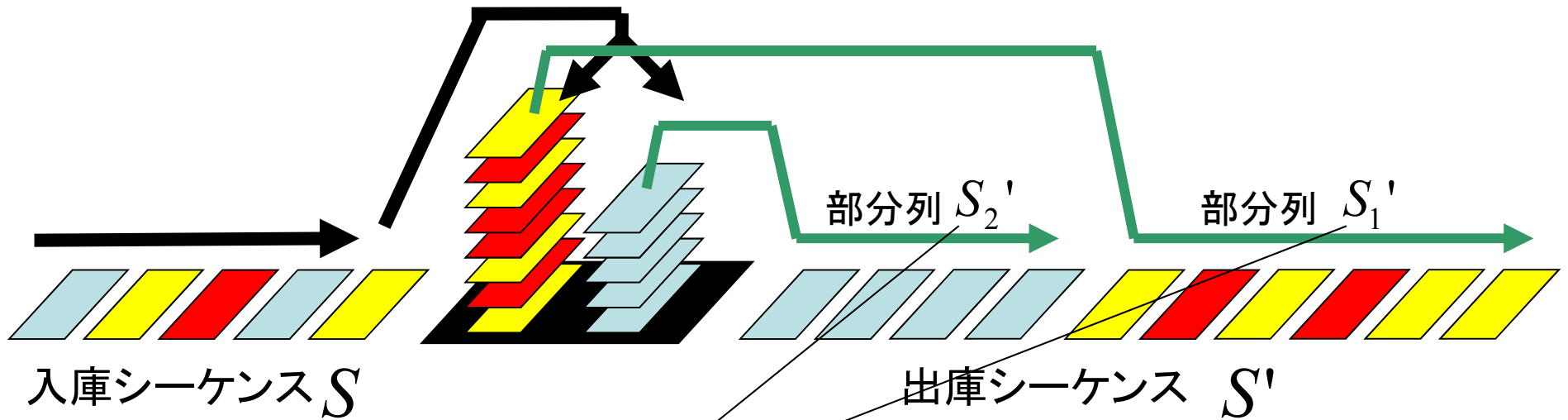


ストックヤードでのブロックグループ分け によるコスト関数削減方法の提案



置場の数Yは建造ブロックの種類B
よりずっと小さい

グループ分けによるコスト削減効果の解析



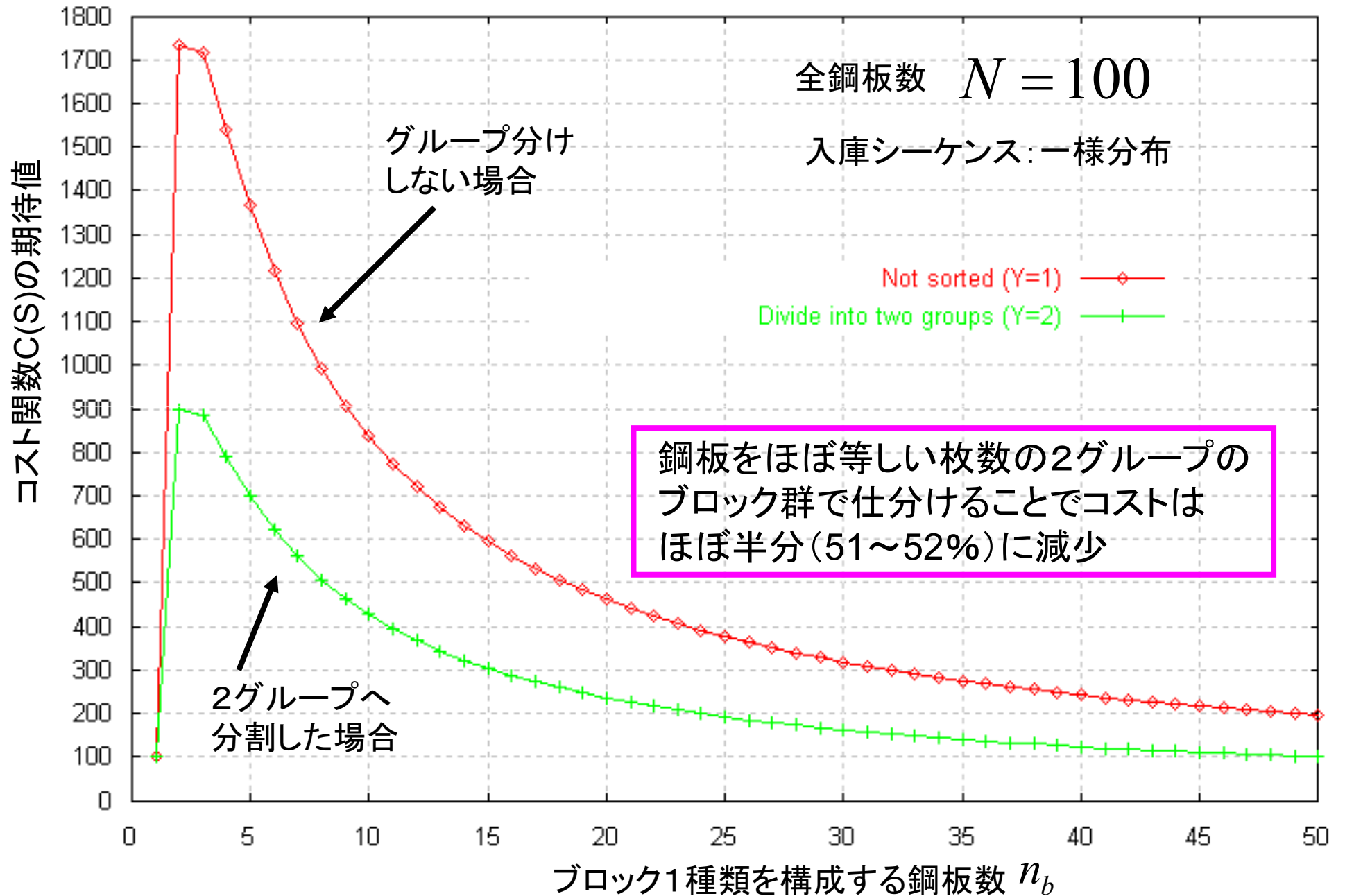
$$Ls(b) \geq Ls_y'(b)$$

$$Ls(b) \geq Ls'(b)$$

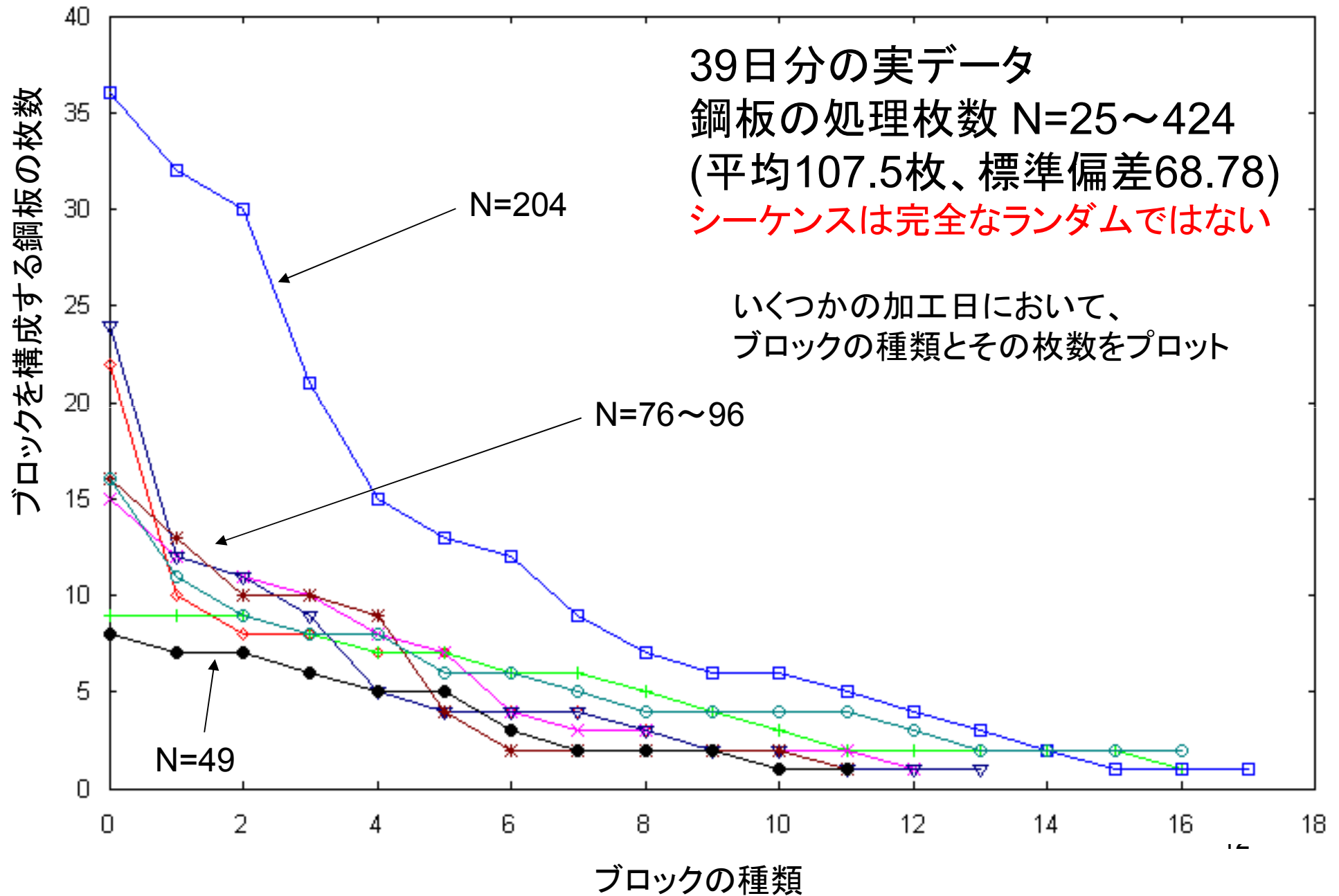
$$C(S) = \sum_{b=1}^B Ls(b) \geq \sum_{b=1}^B Ls'(b) = C(S')$$

出庫シーケンスのコスト関数値は
必ず入庫シーケンスの関数値以下になる

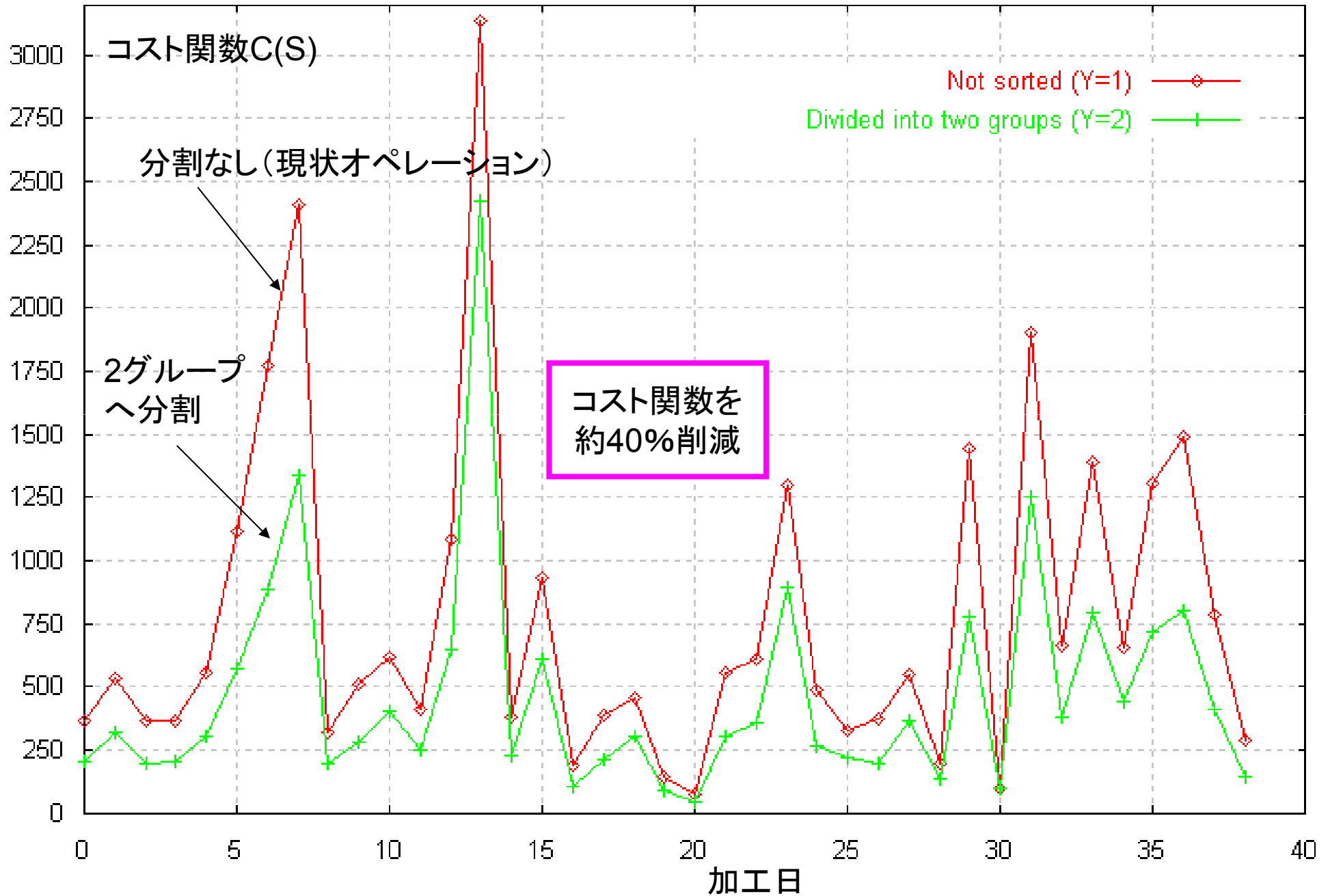
グループ分けによるコスト削減効果の解析



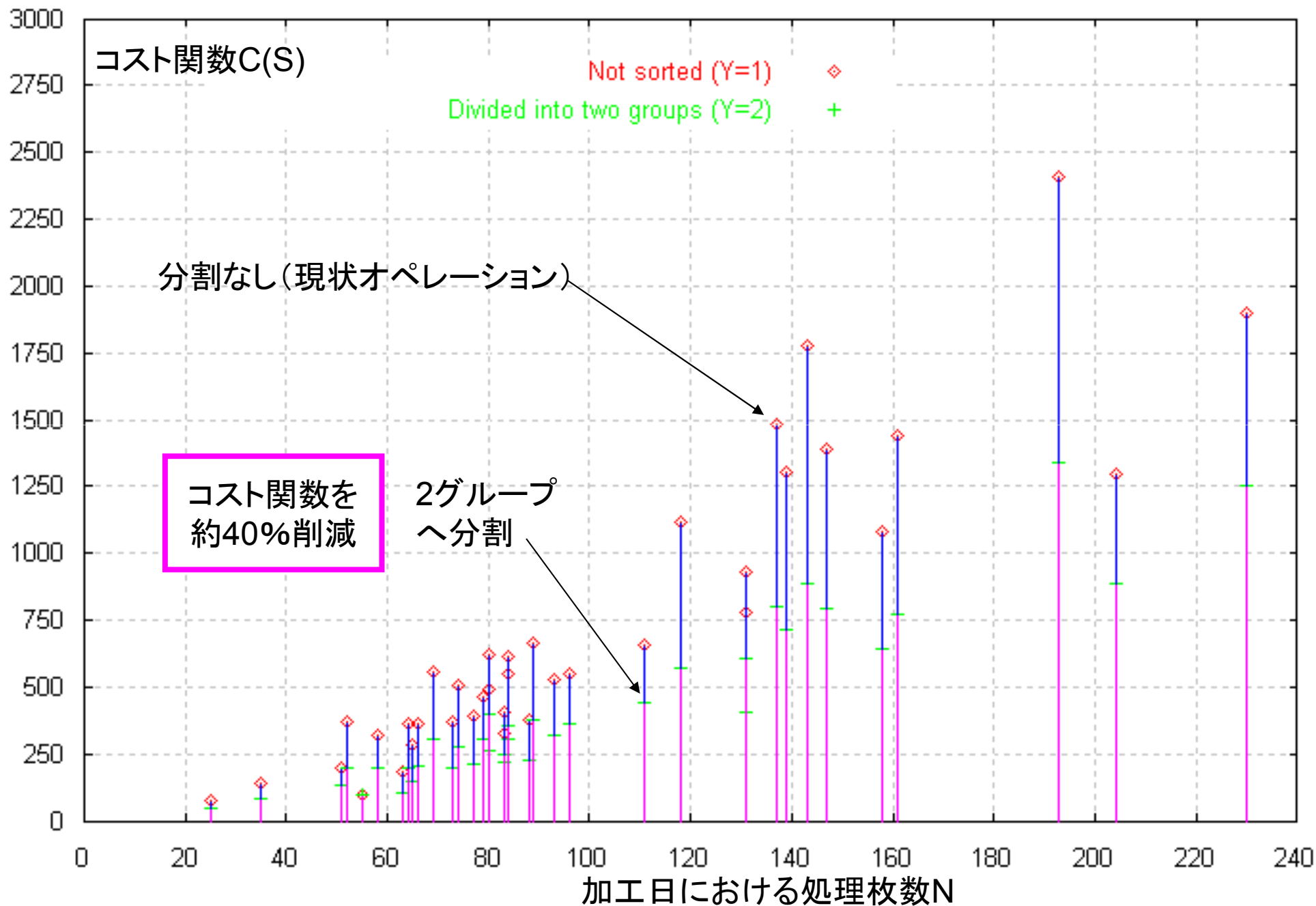
実データによるシミュレーション



実データによるシミュレーション結果



実データによるシミュレーション結果



考察

- グループの分割数を K コに増やせば、コストは最大で $1/K$ に減る
- ブロックグループを分割する方法はいろいろある
最適な分割方法についての検討
- 水切り後に入庫する鋼板の順序はランダムを仮定
→ 実際には統計的パターンが存在
(例)板長が長いものが先に入庫してくる
傾向やパターンを利用すればさらにコスト削減可能
- 各加工日において置場を2つずつ用意することは非現実的
→ 処理量のピークとなる切断日のみ特別に区画を用意
- コスト関数 \neq 実際の板繰り作業量
コスト関数と実際の板繰り作業量との相関の調査を要する

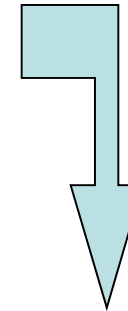
まとめ

- 鋼板をブロック毎に仕分けるための板繰り作業を削減するため、切断日毎の仕分けを行うストックヤードの余剰能力を利用
- 板繰り作業量を仕分け設備能力に関係なく評価するためのコスト関数(ブロック長合計)を定義
- 鋼板枚数とブロック長の関係を解析
 - ブロックの種類数や枚数からコスト期待値・分散が予測可能に
- ブロックグループへ分割する方法を提案
 - 実データを用いたシミュレーションにより有効性を示した
- 今後の課題：
 - 1) 実際の作業量の低減を定量的に評価する方法の確立
 - 2) 実際の現場における本手法の有効性の検証

現状の運転方法と改善策:

12棟, 13棟

11棟より搬入 → 切断日毎の区画へ置く
切断日の区画 → ショット用コンベアへ搬出



12棟, 13棟の区画に余裕があるので、11棟からの搬入時に
鋼板のサブブロック番号に応じた振り分けで在庫コスト圧縮を図る

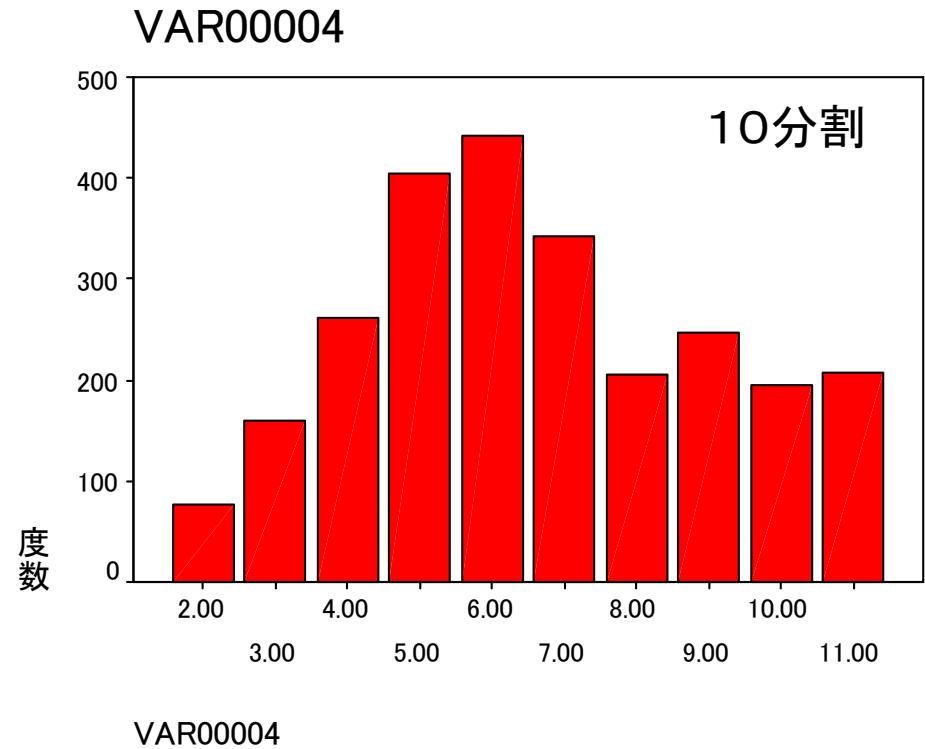
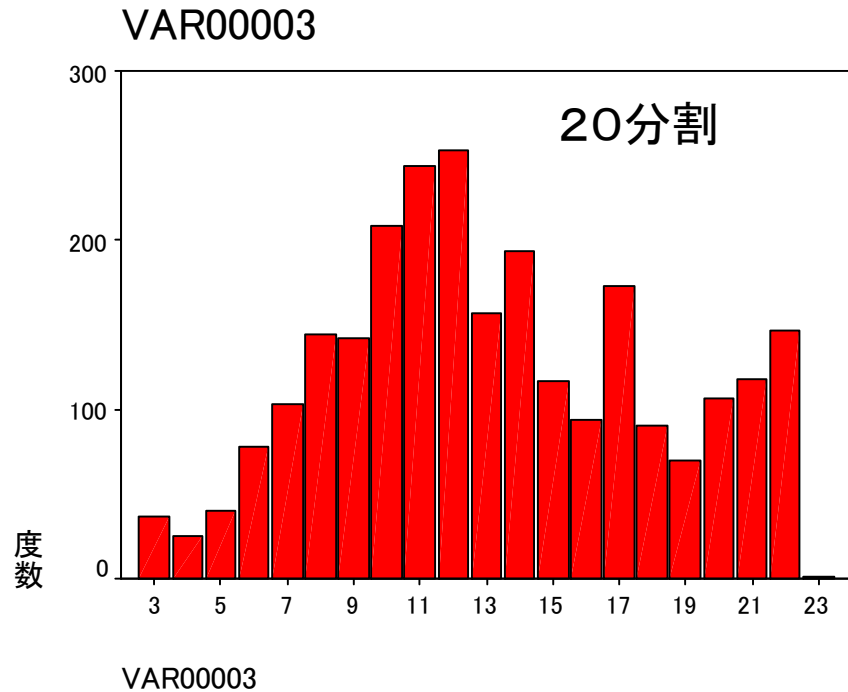
ただし、区画数の制約から、**同一切断日に対して2区画のみ使用**

【方法1】 特に工夫しない

【方法2】 枚数が最大のブロックの鋼板のみ選別

【方法3】 枚数の多いブロックと少ないブロックを半々に選別

鋼材長さの度数分布



今のところシミュレータでは鋼材長さによる積み上げ制約を考慮していない