

**A Design of Operating System for Easily  
Implementing Efficient File Systems**  
**性能のよいファイルシステムの実装を  
容易にするOSの設計**

**Kenichi Kourai**

**光来健一**

**東京大学理学部情報科学科益田研究室**

# ファイルシステムの必要性

- 新しいファイルシステムはいろいろな分野で必要とされている
- しかし実際に作るのは難しいのでなかなか作ることができない

# OS 設計者への要求

## ■ 実装を容易にする

- OSの全機能が使える(デバッグがしやすい)
- カーネルが安全である
- 必要最小限の知識で書ける

## ■ 実行効率をよくする

- カーネルに作り込んだ時とほぼ同等にする

⇒ 両方を満たすのは難しい

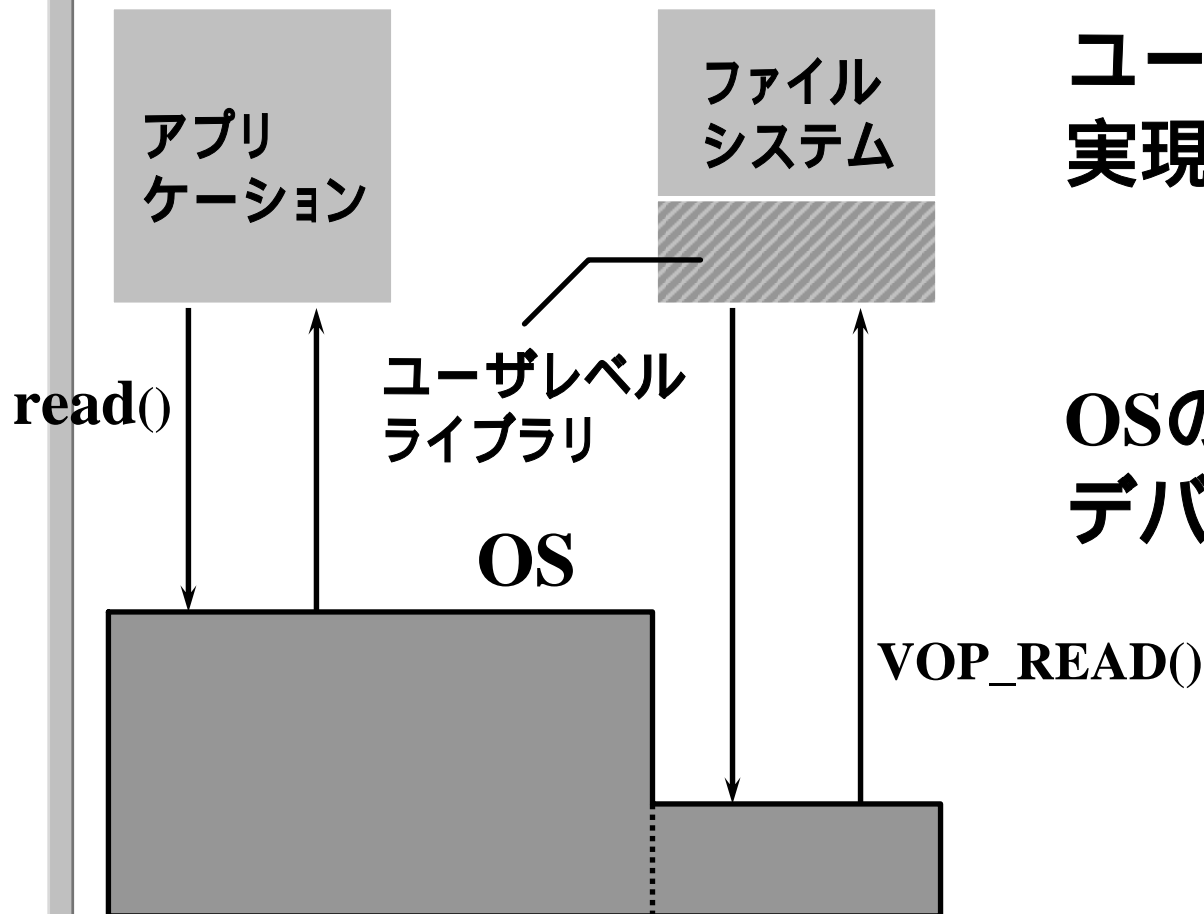
## 2フェーズ・インプリメンテーション

### ■ 開発を2つのフェーズに分離

- デバッグフェーズ
  - » 作りやすさを追求
- リリースフェーズ
  - » 実行効率を追求

### ■ コードの変更なしに2つのフェーズを移行

# デバッグフェーズ

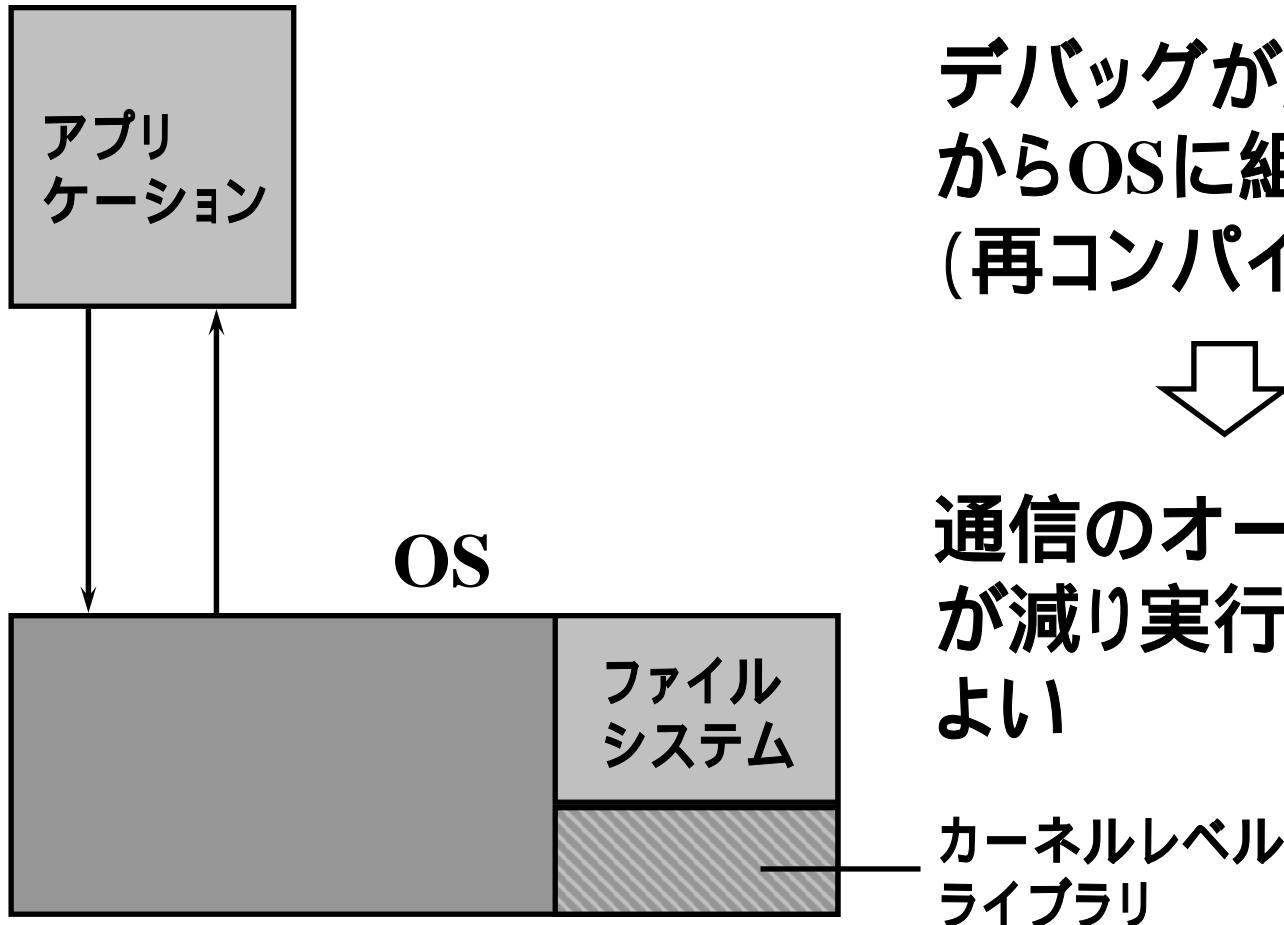


ユーザプロセスで  
実現される



OSの全機能が使え  
デバッグしやすい

# リリースフェーズ



デバッグが終わって  
からOSに組み込む  
(再コンパイル)



通信のオーバーヘッド  
が減り実行効率が  
よい

カーネルレベル  
ライブラリ

# カーネル情報の抽象化が必要

## ■ 2フェーズ・インプリメンテーション

- 書きやすさ
- カーネルの安全性



**カーネル情報の抽象化**  
(デバッグフェーズでの実行効率も必要)

# カーネル情報の見せ方

- 読み込みと書き込みの両方が必要
- 従来の方法ではうまくいかない
  - システムコールによるカプセル化
    - » 実行効率が悪い
  - 共有メモリ
    - » 直接アクセスすると書きやすさも安全性も不十分

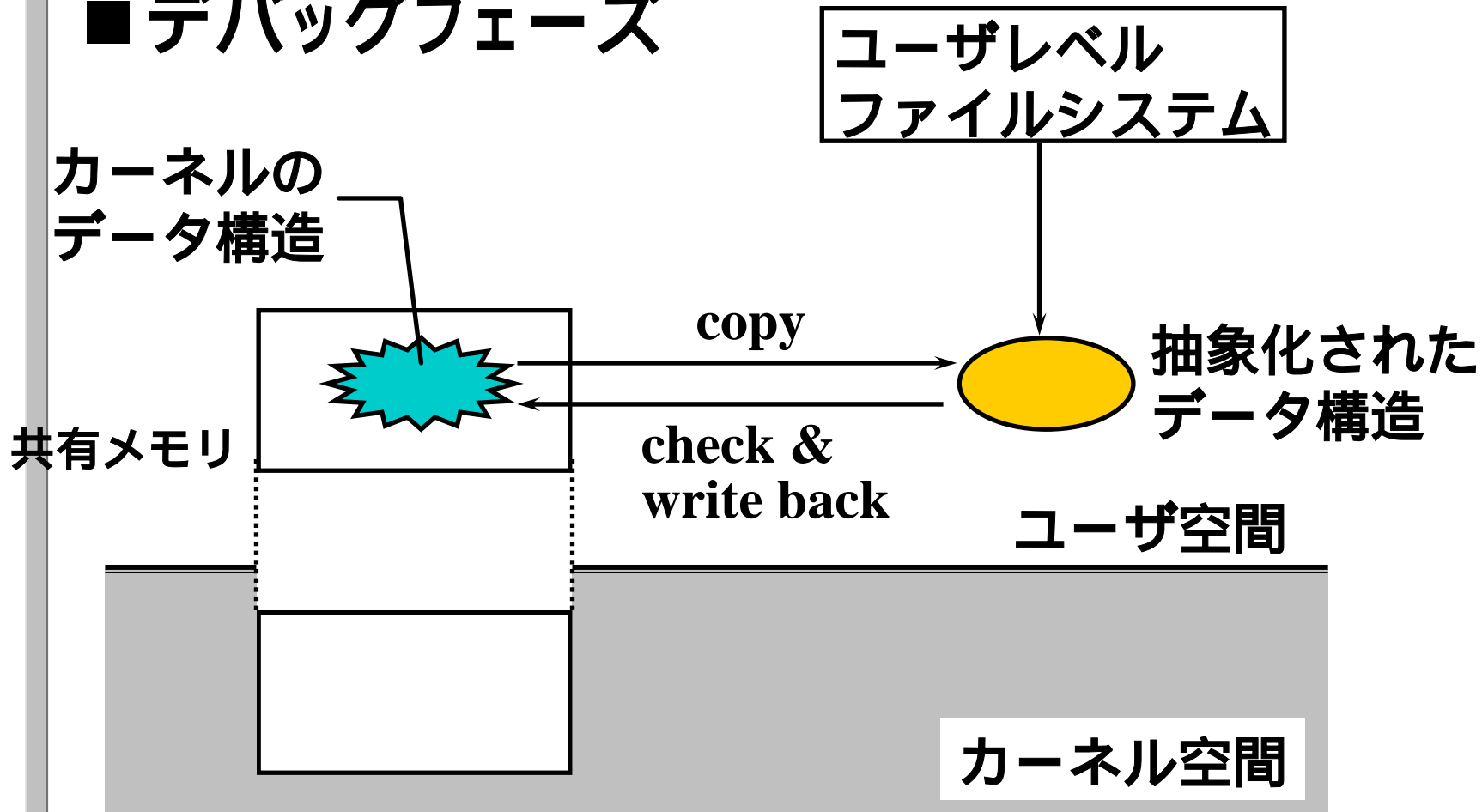


# 弱いプロテクションによる抽象化

- ソフトウェアによる弱いプロテクションを用いてカーネル情報を抽象化
  - 書きやすさと安全性と実行効率を適度に満たす
  - プログラマのミスからカーネル情報を守る

# 弱いプロテクション(1)

## ■ デバッグフェーズ



# 抽象化の例

## カーネルのデータ構造

```
struct mount {  
    CIRCLEQ_ENTRY(mount) mnt_list;  
    struct vfsops *mnt_op;  
    struct vnode *mnt_vnodecovered;  
    struct vnode*list mnt_vnode*list;  
    int mnt_flag;  
    int mnt_maxsymlinklen;  
    struct statfs mnt_stat;  
    qaddr_t mnt_data;  
};
```



## 抽象化されたデータ構造

```
struct Mount {  
    int mnt_flag;  
    int mnt_maxsymlinklen;  
    struct Statfs mnt_stat;  
};  
  
GetVnodeList();  
GetMountData();
```

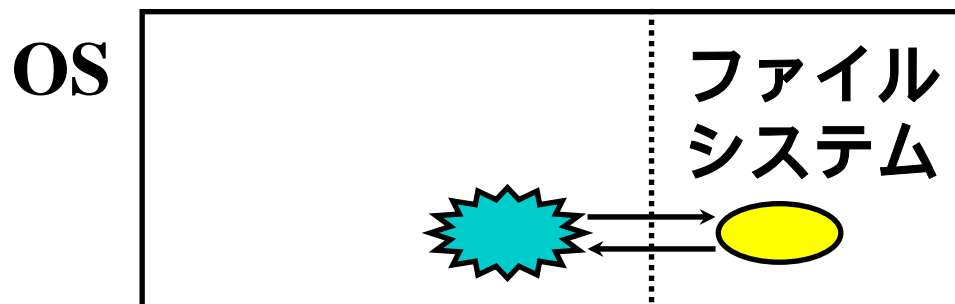
# 弱いプロテクション(2)

## ■リリースフェーズ

- もはや保護は必要ない
- コンパイラ技術を用いてコピーのオーバーヘッドを抑える

» マクロ展開

例 #define Mount mount

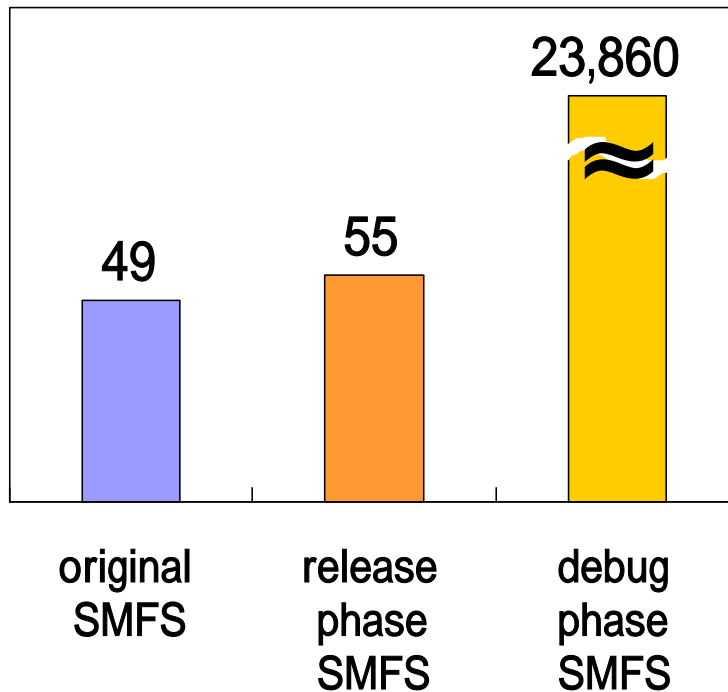


# 本方式のオーバヘッド(1)

- このシステムをNetBSD/SPARCstation 5  
上に実装
- 簡単なファイルシステム(SMFS)を作成
- 3つのファイルシステムの転送速度を比較
  - カーネルの中につくりこんだもの
  - デバッグフェーズのもの
  - リリースフェーズのもの

# 本方式のオーバヘッド(2)

64Kbyteのファイル転送時間  
(ms)



リリースフェーズでは10%程度の性能低下ですむ

# まとめ

- 2フェーズ・インプリメンテーション
  - 性能のよいファイルシステムを容易に実装できる
- 弱いプロテクションによるカーネル情報の抽象化
- NetBSD上にこのシステムを実装してその妥当性を確かめた

# 今後の課題

- デバッグフェーズでの実行効率を上げる
- ネットワークファイルシステムへの対応
- 弱いプロテクションを使った新しいIOSアーキテクチャの設計