

画像電子学会2015年度第43回年次大会  
企画セッション講演資料

# 街角映像蓄積システム

平成27年6月29日

大阪大学

中西 浩

## 研究の背景、目的

### 1. 背景

- (1)再開発等で、街の風景や人々の日常の営みに変化している。
- (2)泥棒、誘拐、強盗、詐欺など、日常生活の安心・安全を脅かす事件が発生している。
- (3)ゴミの不法投棄など、美観や環境の破壊行為が続いている。

### 2. 目的

- (1)街角の人の動きの映像を蓄積し、リアルタイムで公開するシステムを実現する
- (2)そのための、ストレージ構成法を含むシステム設計法を明らかにする。

## 街角映像蓄積・公開サービスの概要と分類

### (1) サービス概要

街角の様子を切れ目無く映像化して記憶し、公開する。

### (2) サービス分類

- ① 一定期間記憶・公開に限定されるサービス
  - ・多くの人が集まる街角の様子
- ② 長期間記憶・公開・アーカイブするサービス
  - ・不法投棄や治安上の問題のある街角の様子
  - ・街の再開発による街並みの変化・変貌の様子

## 研究内容

### 1. 基本設計

(1) 映像方式と符号化伝送速度および所要蓄積容量の関係の  
明確化

(2) 映像蓄積媒体に対する多重の書込み・読出しの性能の明確  
化

### 2. システム設計

(1) NWカメラ配置設計

(2) ファイルサーバ設計

(3) システム設計

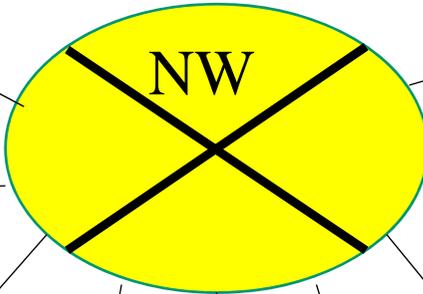
画素数 (映像方式)	符号化 方式	符号化 速度 (Mbps) 30fps	24時間映像所 要蓄積容量 (Giga Byte)
360x240	Mpeg-1	1.5	16.2
640x480(VGA) 720x480(SD)	Mpeg-2	6	64.8
1440x1080 (HD)	H.264	1~9 (注)	10.8~ 97.2
1920x1080 (Full HD)	H.264	1.5~12 (注)	16.2~ 129.6

注：符号化方式の進展を反映、画質のレベルにより速度が異なる

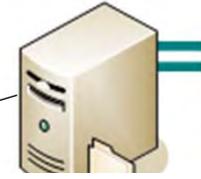
街角設置映像  
撮影NWカメラ



街角映像蓄積システム  
制御部



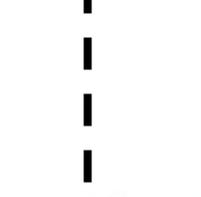
街角設映像  
蓄積サーバ



ファイルサーバー

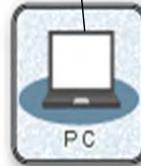


ファイルサーバー



ファイルサーバー

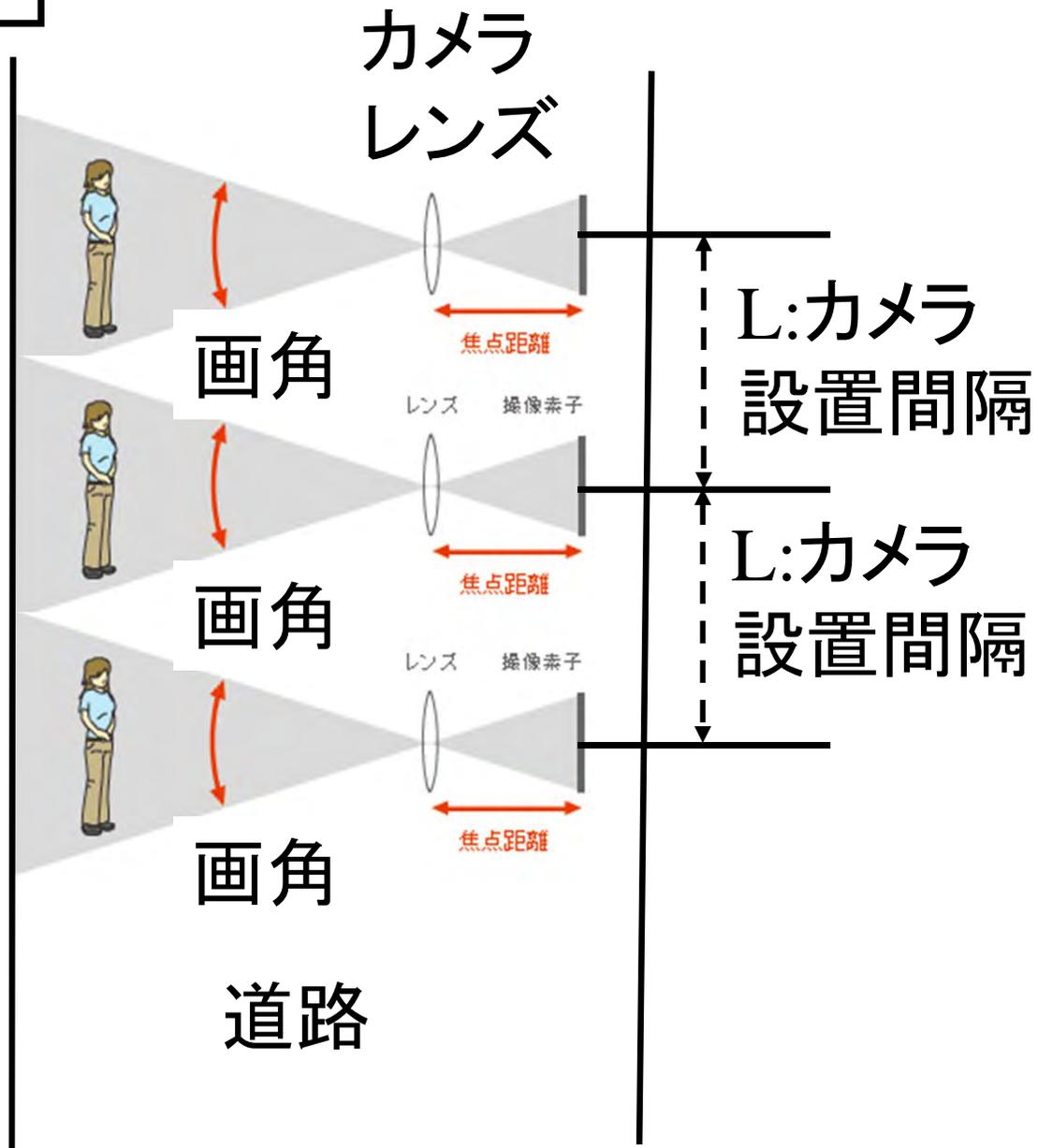
映像アクセスPC



# 道路沿いカメラ配置

2メガピクセル  
[16:9]モード時  
画角

方向	Wide時
水平	86.6度
垂直	47.57度



出展：  
[http://panasonic.biz/security/support/technic/gakaku\\_configinfo.html](http://panasonic.biz/security/support/technic/gakaku_configinfo.html)

道路種別	総延長※ <sup>1</sup>	実延長※ <sup>2</sup>
高速自動車国道	9,267.7km	8,050.3km
一般国道	67,427.3km	55,222.3km
都道府県道	142,408.9km	129,396.8km
市町村道	1,054,516.5km	1,022,247.8km
合計	1,273,620.4km	1,214,917.1km

1 総延長：道路法の規定に基づき指定又は認定された路線の全延長

2 実延長：

「総延長」から「重用延長※<sup>3</sup>」「未供用延長※<sup>4</sup>」「渡船延長※<sup>5</sup>」を除いた延長

3 重用延長：上級の路線に重複している区間の延長

4 未供用延長：路線の認定の告示がなされているが、まだ供用開始の告示がなされていない区間の延長

道路総延長距離にカメラ配置した場合の所要蓄積容量の計算

画素数 (映像方式)	符号化 方式	カメラ1台 24時間 映像 蓄積容量 (Giga Byte)	道路総延長距離 に10m間隔でカメラ 配置 24時間映像蓄積 容量(Exa Byte)
360x240	Mpeg-1	16.2	2.062
640x480(VGA) 720x480(SD)	Mpeg-2	64.8	8.248
1440x1080 (HD)	H.264	10.8~ 97.2	1.374~ 12.372
1920x1080 (Full HD)	H.264	16.2~ 129.6	2.062~ 16.496

# HDDアクセス処理能力の計算

## 1. HDDの諸元

- ①書込（読出）データ量（連続したブロックに記録）：D(MB)
- ②平均シーク時間Tskav (s)
- ③平均回転待時間：Twtav(s)
- ④データ転送速度：Vtrns(MB/s)

2. HDD 1台のアクセス処理能力の概算（上記1の値を用いて）  
データ量Dへのアクセス処理時間Td:

$$Td = Tskav (\text{平均シーク}) + Twtav (\text{平均回転待}) + D/Vtrns (\text{データ転送})$$

●  $D/Vtrns \ll Tskav + Twtav$  の場合(データ量が少ない場合)

$Td \approx Tskav + Twtav$  --- アクセス処理時間はシークと回転待ち時間の和

●  $D/Vtrns \gg Tskav + Twtav$  の場合(データ量が多い場合)

$Td \approx D/Vtrns$  --- アクセス処理時間は、データ転送速度に反比例

# HDDアクセス処理能力の見積もり

1. シーク時間、回転待ち時間、データ転送速度の例  
(Hitachi Ultrastar A7K1000の場合)

- ①シーク時間：平均8.2ms, 1トラック：1ms、最大：十数ms
- ②回転待ち時間（回転数7200rpm）：平均4.17ms, 最大8.34ms
- ③データ転送速度：85MB/S（最外ゾーン）～42MB/S（最内ゾーン）

2. HDD1台のアクセス処理能力の概算（上記1の値を用いて）

①1アクセスで、4Mbitを書込み（読出し）

②1アクセス処理時間(ms)=

・8.2(シーク)+4.17(回転待ち)+6(最外ゾーンWrite)

・8.2(シーク)+4.17(回転待ち)+11(最内ゾーンWrite)

=18.37ms(最外ゾーン書込(読出))

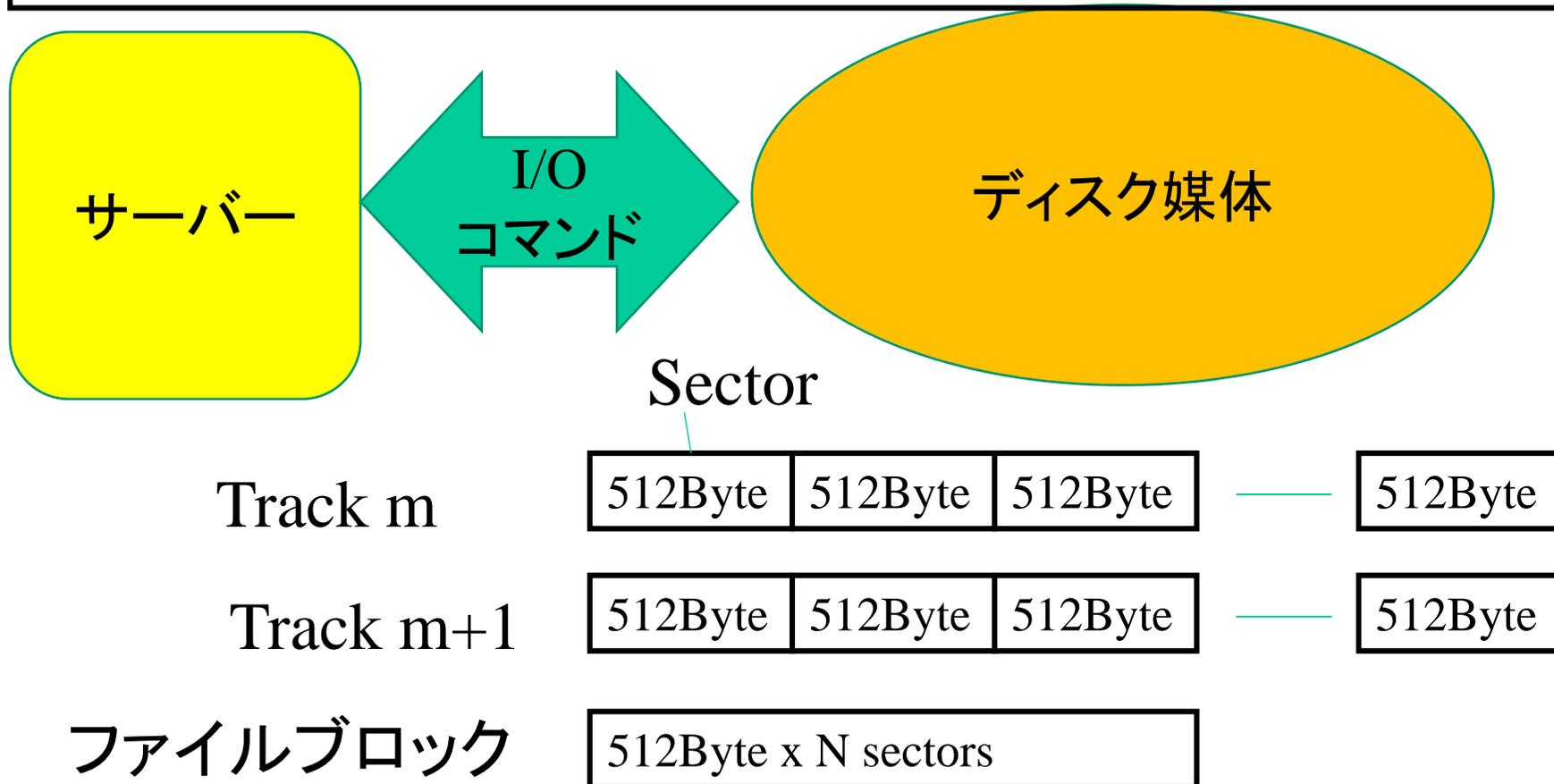
=23.37ms(最内ゾーン書込(読出))

③1秒当たりのアクセス処理能力=54.4アクセス/秒～42.8アクセス/秒

**“上記は、HDDのデータ転送能力を最大限引き出すファイルシステムの場合”**

# HDDの性能を最大限引き出すファイルシステム

1つのファイルは、M個のファイルブロックで構成  
ファイルブロックは、連続する複数のセクターから成る



# HDDアクセス処理能力の比較

1回のI/O データ量 (MB)	0.5	1	2	3
HDDスペック				
<b>HDD1: 高転送速度</b> ・シーク: 平均8.2ms ・回転待: 平均4.17ms ・データ転送速度: 最外ゾーン: 205MB/S 最内ゾーン: 103MB/S	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 14.8ms ・最内ゾーン 17.22ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 17.22ms ・最内ゾーン 22.08ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 22.12ms ・最内ゾーン 31.78ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 27.0ms ・最内ゾーン 41.49ms
<b>HDD2: 中転送速度</b> ・シーク: 平均8.2ms ・回転待: 平均4.17ms ・データ転送速度: 最外ゾーン: 85MB/S 最内ゾーン: 42MB/S	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 18.25ms ・最内ゾーン 24.27ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 24.27ms ・最内ゾーン 36.17ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 35.89ms ・最内ゾーン 59.98ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 47.66ms ・最内ゾーン 83.79ms

## 街角映像蓄積システム構成の課題

### 1. ストレージについての現状認識

(1) ストレージの代表のHDDのスループットは、数十MB/S

(2) 街角映像蓄積・公開の利用シーンにおいて、ストレージ構成問題が発生する

① 膨大なデータ量(ゼットバイト)に対応するストレージ媒体の選択

② 何台のカメラに対して何台のHDDを対応させるか  
同時映像書込み数と同時読み出し要求数

## HDD書込速度実測例

100MByte書込み時間を、1つのWriteコマンドでの書込単位を変えて実測。書込み単位が大きいほど、速い。外周の方が、速い。

### 最外周領域

書込単位	書込回数	実測値
4KB	25600	215.228381sec
16KB	6400	55.510494sec
64KB	1600	15.711799sec
128KB	800	9.518848sec
256KB	400	6.869377sec
512KB	200	3.707794sec

### 最内周領域

書込単位	書込回数	実測値
4KB	25600	227.532387sec
16KB	6400	59.015780sec
64KB	1600	23.103657sec
128KB	800	13.300210sec
256KB	400	8.302222sec
512KB	200	5.592292sec

## 街角映像蓄積システム構成

(1) 同じ時刻のファイルへのアクセスの集中への対応

- ・ファイルサーバCache — — — HDD Cache
- ・HDD先読み — — — HDD Cache

(2) 1つのファイルを、複数のHDDに分散して記憶する方式は

- ・SCSIバスArbitrationが頻発して、スループットが落ちる
- ・要シミュレーション

## 新しい階層記憶システムの開発

(1) 複数のHDDと、複数のBlue Ray Diskを搭載したオートチェンジャを組合せて3階層の巨大記憶システムを構成する

①HDD1次記憶——Blue Ray2次記憶——Blue Ray3次記憶

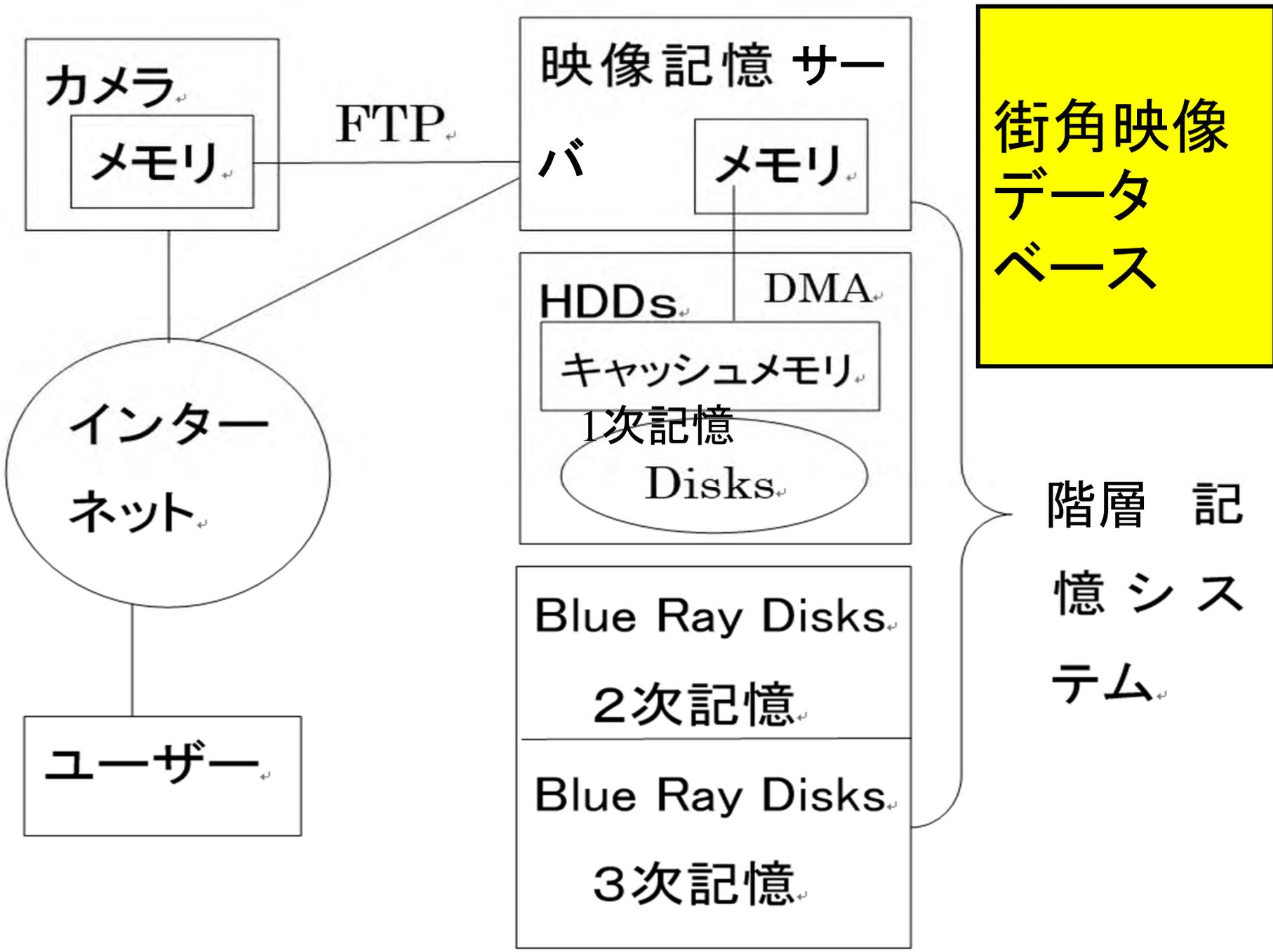
②1次記憶と2次記憶は、オンライン記憶として外部アクセスに対応する Blue Rayディスクを跨いだファイルシステムを構築する

③3次記憶は、アーカイブ用であり、Blue Ray Diskをオートチェンジャから取り外し可能。取り外した後、再度オートチェンジャに挿入することで、ファイルの読出し可能。

(2) NFSによるアクセスに対応する

(3) すべての記録媒体上の連続領域に情報を蓄積する

(4) その他



カメラ

メモリ

FTP

映像記憶サーバ

メモリ

メモリ

街角映像  
データベース

インターネット

ユーザー

HDDs

DMA

キャッシュメモリ

1次記憶

Disks

Blue Ray Disks

2次記憶

Blue Ray Disks

3次記憶

階層記憶システム

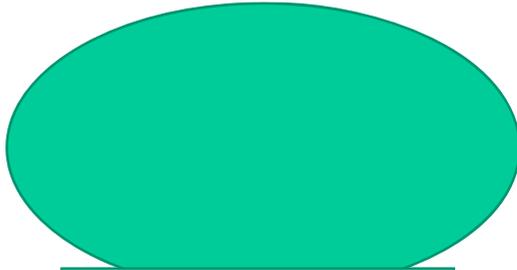
# 街角映像データベース

カメラ映像各々を下記項目で管理

1. カメラ番号
2. カメラ設置場所の住所
3. 映像撮影 西暦・時・分・秒
4. 映像サムネイル
5. 説明事項
6. その他

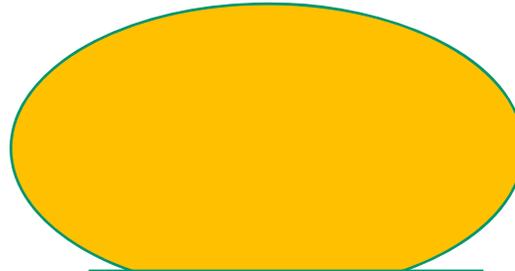
# 1次、2次、3次記憶システム

HDD (1次記憶)



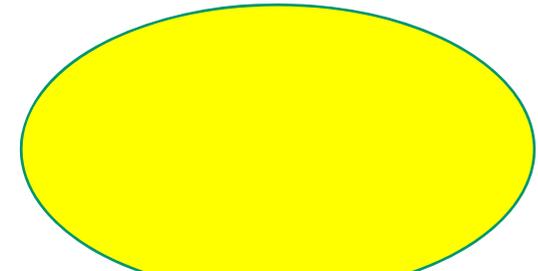
ファイル・  
ブロック  
(on line)

Blue ray Disk  
(2次記憶)



ファイル・  
ブロック  
(on line)

Blue ray Disk  
(3次記憶)

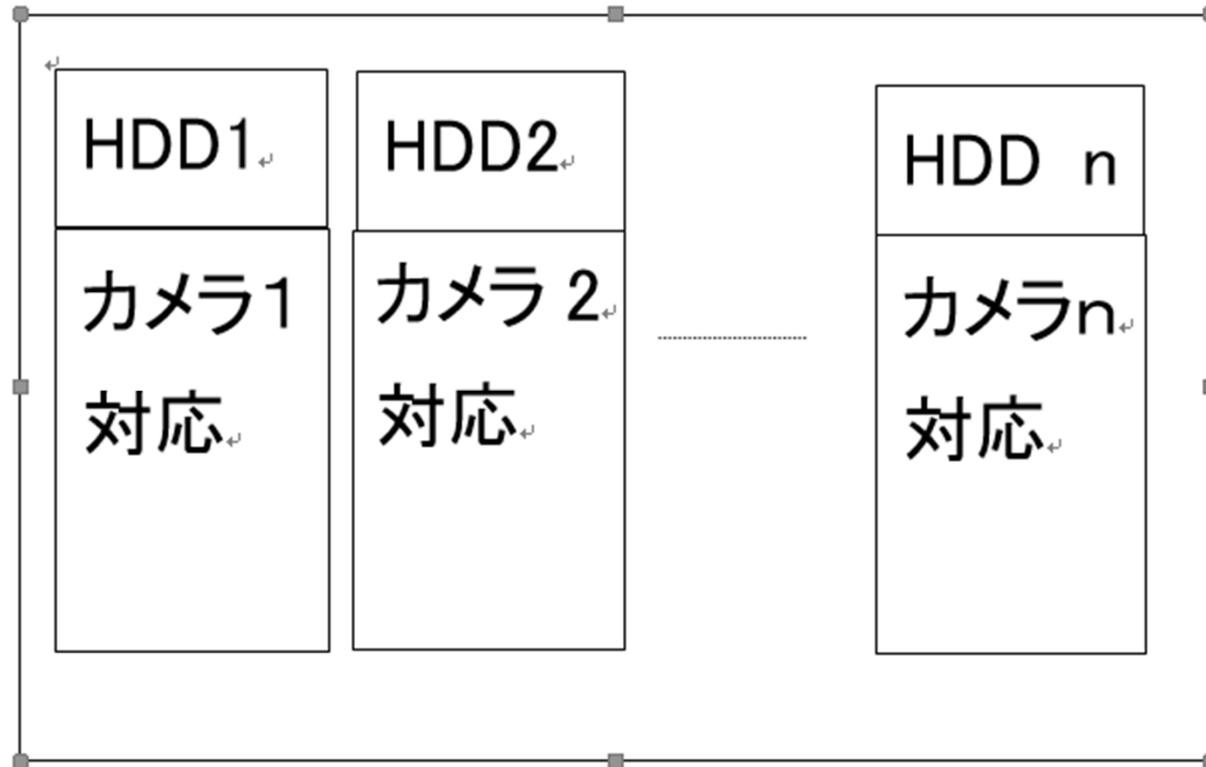


ファイル・  
ブロック

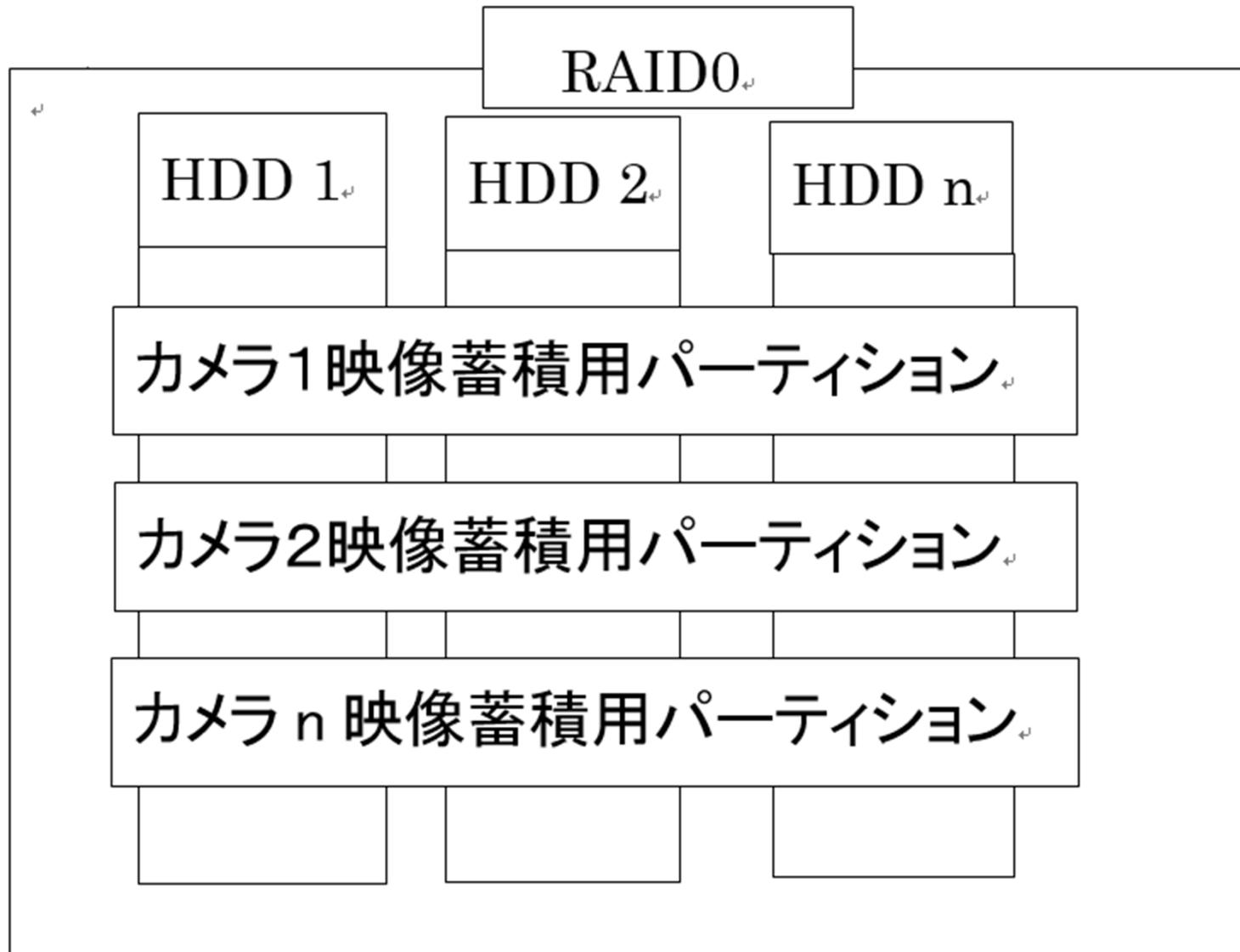
同じブロック書込み

同じブロック書込み

# カメラ1台ごとにHDD1台を張付け



n台のHDDでRAID0を構成しn台のカメラに対応



## ストレージ構成による性能の差異比較と望ましいストレージ構成

性能 \ ストレージ構成	カメラ1台にHDD1台 (カメラはn台)	カメラn台に1つのRAID0 (n台HDDでRAID0構成)
蓄積容量	1台のHDD容量 x n	同左
512KB単位のランダム読出しI/O時データ転送速度	Vdt (*1)	~2Vdt (*2)

\*1: 62.4MB/S for MBA3073RC

(3.5インチHDD 73GB SAS 15000rpm Ave. Read Seek Time 3.5ms)

\*2: 110.7MB/s for Raid0(6台のMBA3073RCで構成)

(出展: [http://hikaku.cman.jp/raid/kekka\\_raid0/](http://hikaku.cman.jp/raid/kekka_raid0/))

1. RAID構成(n=6)は、ランダム読出し速度は速い。  
しかし、2倍程度にしか早くない。
2. 同時にn台のカメラの蓄積への読出し要求がある場合、カメラとHDDを1:1に対応させる構成の方が、読出し処理能力が高い(約3倍)。

## 「HDD:6本」のRAID0

	Read [MB/s]	Write [MB/s]
Seq	<b>628.9</b>	<b>433.9</b>
512K	<b>109.8</b>	<b>240.5</b>
4K	<b>1.503</b>	<b>17.88</b>
4K QD32	<b>13.24</b>	<b>23.50</b>

アクセス	ファイルサイズ	速度：MB/s	
		3回平均	比較(*1)
読み込み	大	633.1	+410.5%
	中	110.7	+77.5%
	小	1.5	+46.2%
書き込み	大	445.3	+261.8%
	中	250.4	+306.7%
	小	18.0	+571.2%

(\*1)NonRAID (RAIDでない)との比較

出展：[http://hikaku.cman.jp/raid/kekka\\_raid0/](http://hikaku.cman.jp/raid/kekka_raid0/)

## まとめ

街角にカメラを配置し、映像を切れ目なく撮影・録画・蓄積するシステムを構想し、基本設計した。

(1)カメラ画素数、符号化速度、蓄積容量、道路上隙間ないカメラ配置方法と総蓄積容量を明らかにした。

(2)複数のカメラ映像の記憶と並行して長期間保存記憶を行える、アクセス処理能力の高い、新たなファイルシステムを開発した。

(3)従来に無い、高速で高価な記憶デバイスへの一定期間の映像記憶と、アクセス耐力の高い低価格な記憶デバイスへの長期間保存が同時に行える3次階層記憶システム構成法を明らかにした。