

# データセンターの建築・設備の最新動向

---

2009.1.23



IT施設計画室 諏訪浩一      suwa@isd.aisei.co.jp  
                 瀧上嘉詞郎      takigami@pub.aisei.co.jp

# いまなぜ、ゼネコンがJANOGなのか？

情報社会の基盤であるデータセンターの重要度が増している  
データセンターの建築・設備(=ファシリティ)面に関する問題が顕在化

ファシリティ提供者(ゼネコン等)

データセンターの設計が

非常に難しくなっている



他の施設と比較しても、要求高く、変化が激しい  
《電力、発熱、事業性、災害・グリーン対応 etc》  
建物の寿命は長く、将来を見据えた設計が必要  
なのだが、それが分からない...

普段お付き合いは多くないが...

ファシリティ利用者・運用者

ファシリティに対して大いに  
問題を感じているのではないか？



過去のJANOGにおいても、データセンターの  
空調や地震対策等が話題にあがっているし...

ファシリティ  
利用者  
運用者

ファシリティ  
提供者

と が

ファシリティについて  
直接議論できる  
場所があれば最高！

それは

**JANOG**

ではないか



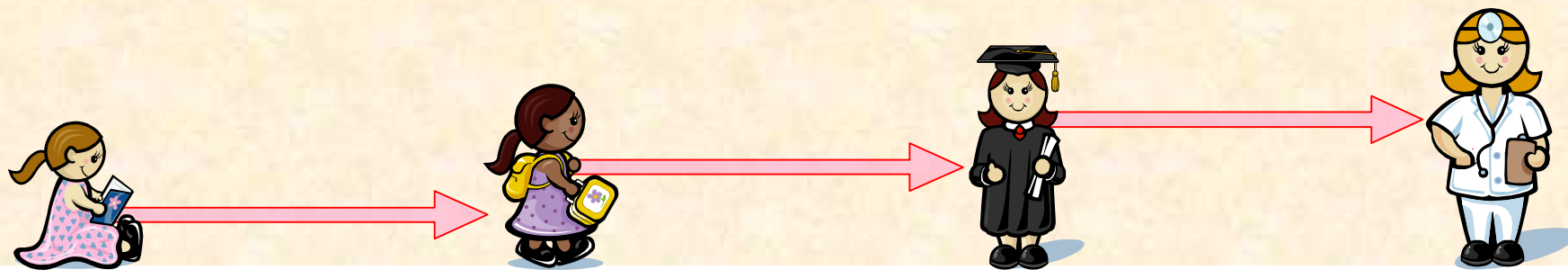
# 一番の問題は「ITと建物のライフサイクルの違い」

## ライフサイクルの違い

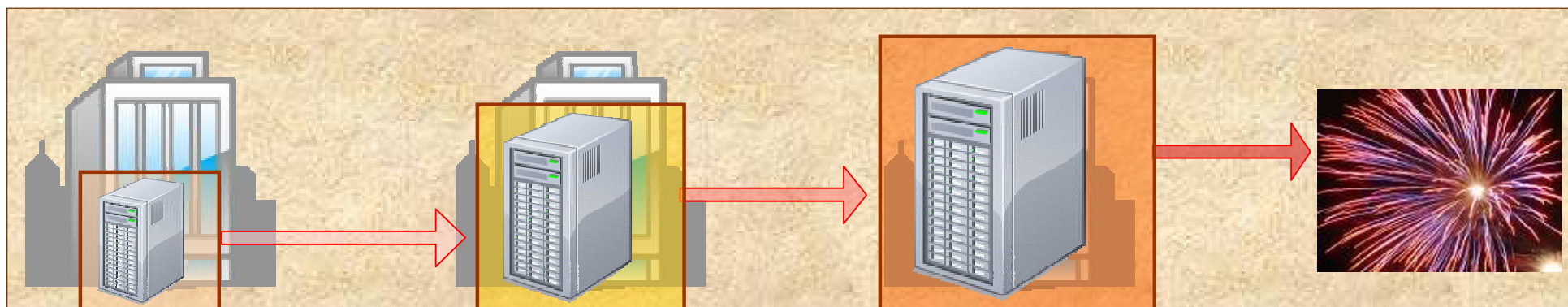
IT機器：数十ヶ月～数年

データセンターファシリティ：数十年

服ならば、人の成長に合わせて新しい服に買い換えることで、常にジャストフィットが可能



データセンターでは



IT機器の更新、機能アップに合わせたファシリティの更新(建替え、改修)は難しい

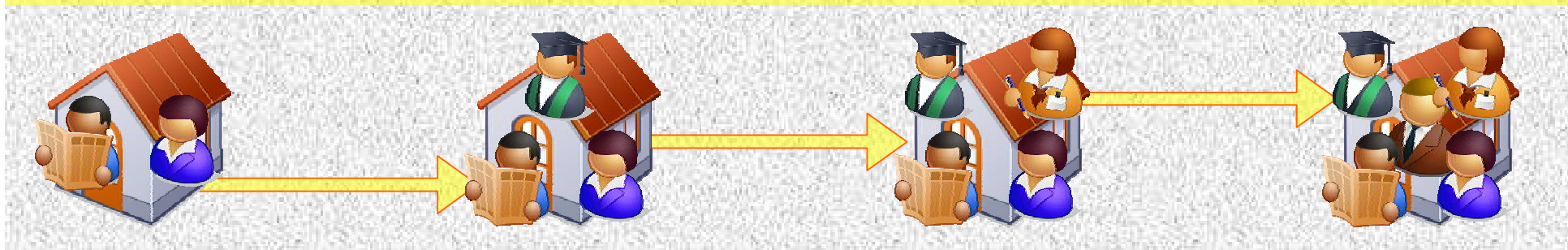
# 一番の問題は「ITと建物のライフサイクルの違い」

## ライフサイクルの違い

IT機器：数十ヶ月～数年

データセンターファシリティ：数十年

一般の住宅ならば、家族が増えても、対応可能なように設計されている  
成長は想定内(床は抜けない、エアコンの付け替えも可能)



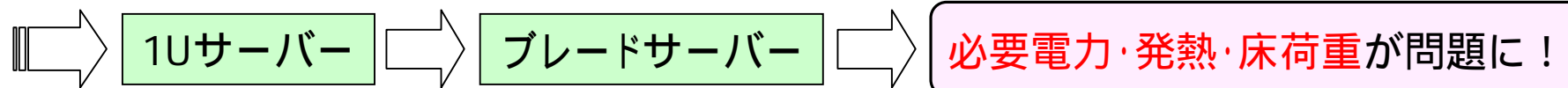
データセンターでは



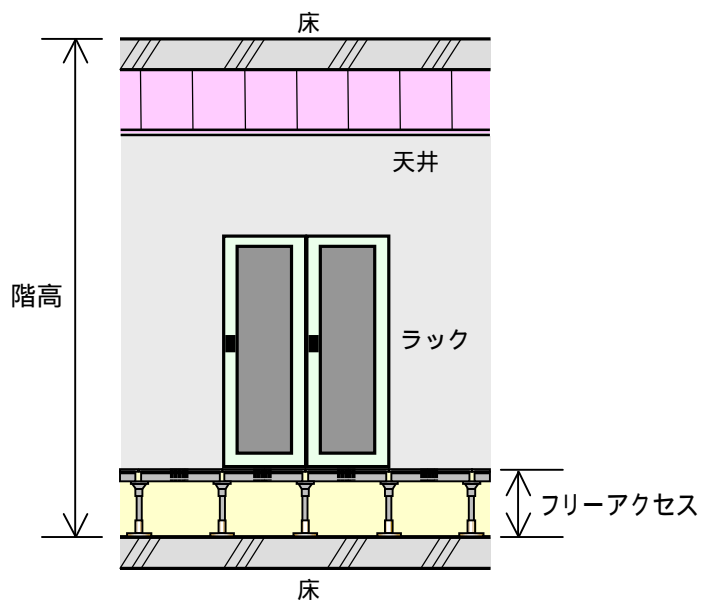
将来のIT機器のスペック等を予測は難しい  
できたとしても、過剰なファシリティを提供することになる

# 将来想定と現実のギャップについて(2000年 2007年)

## サーバーの小型・高密度化



## データセンターの要求仕様の変化



	2000年頃のデータセンター	2007年以降のデータセンター
対象機種	サーバー	ブレードサーバー
必要電気容量	1.5 ~ 2.5kW/ラック	4.0 ~ 6.0kW/ラック
空調送風量	中	大
フリーアクセス	300 ~ 500mm	600 ~ 1,000mm
階高	3,700 ~ 4,200mm	4,400 ~ 6,000mm
必要床荷重	300 ~ 500kg/m <sup>2</sup>	1.0 ~ 1.5t/m <sup>2</sup>
地震対策	耐震建物 (ラック免震、床免震)	建物免震
入退室管理	非接触ICカード	生体認証 共連れ防止対策
指標		Tier、CASBEE、PUE

## データセンターのファシリティに対する様々な声

### 電力～空調

電気が足りない。これからはブレードの時代、ラック25kW欲しい。

### 発熱対策

天井が低く、排熱が跳ね返ってラック前面に回り込む。天井を高くしたい。

電気使って熱出してエアコンで冷やすのは変。冷房減らせないのか。

### 地震

災害リスクの少ない場所にデータセンターを作りたい。

地震の際、水平方向の揺れを逃がすだけでは不十分。垂直方向の揺れも逃がしたい。

### 指標

TierレベルはIV、CASBEEはS、PUEは1.2必要。実現できないか。

CO2排出量規制が怖い。環境対応で何をすべきか知りたい。でも金は無い。

# データセンターのファシリティが 抱える問題点とその対策について

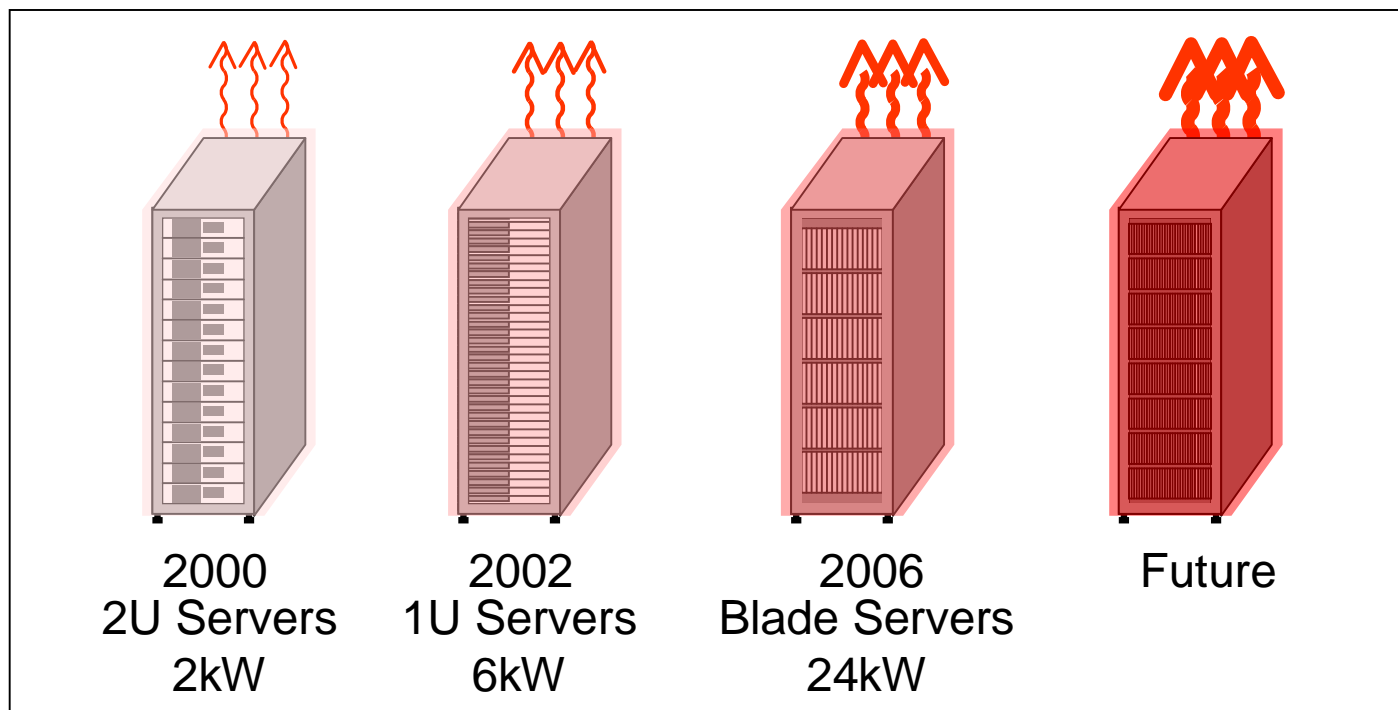
## 電力 ~ 空調

発熱対策

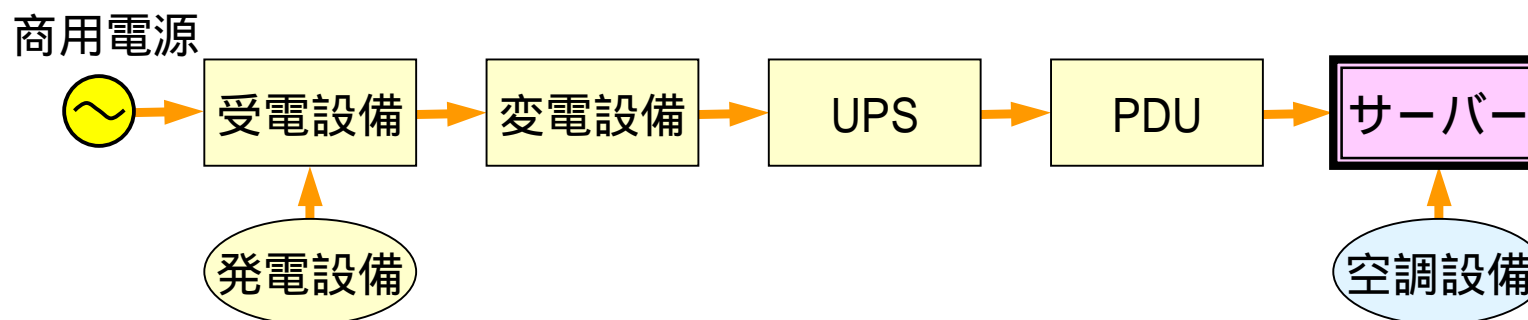
地震

指標

# 電力が足りない。



“Emerson Network Power Knurr - DCD London 2006”を元に作成



- ・サーバーの電力アップは全ての設備に影響を及ぼす。
- ・設備の設置場所がない場合が多い。
- ・無停電で受電設備の増強は難しい。

➡ 大々的な電力増強は困難

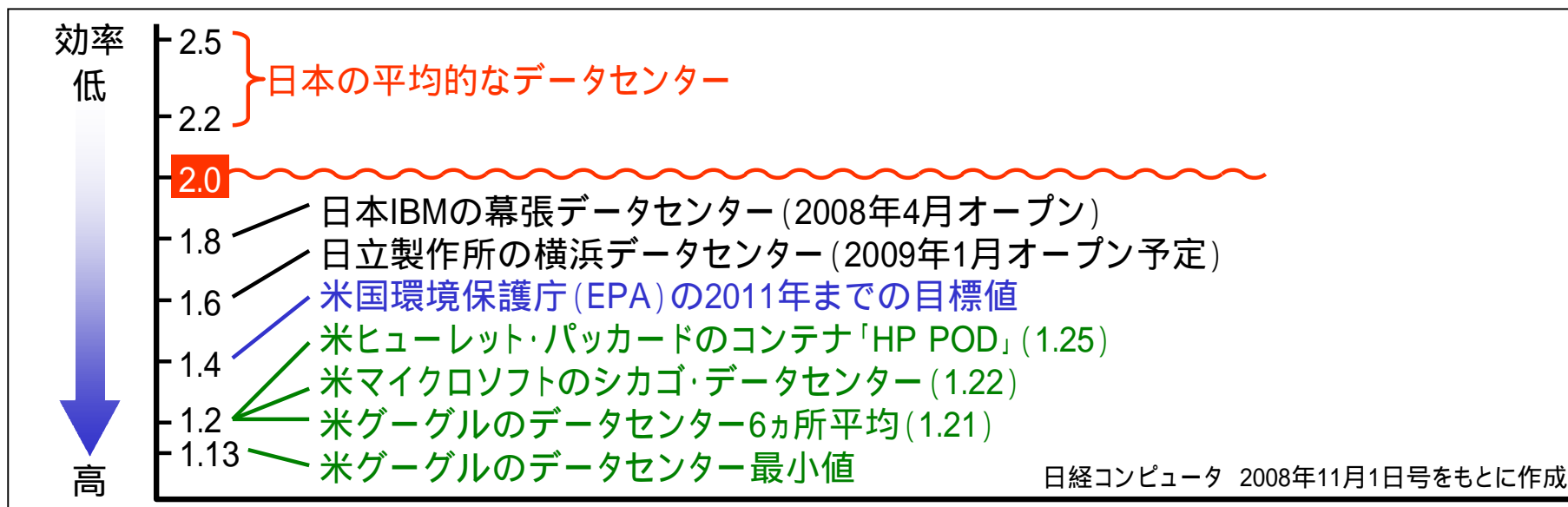
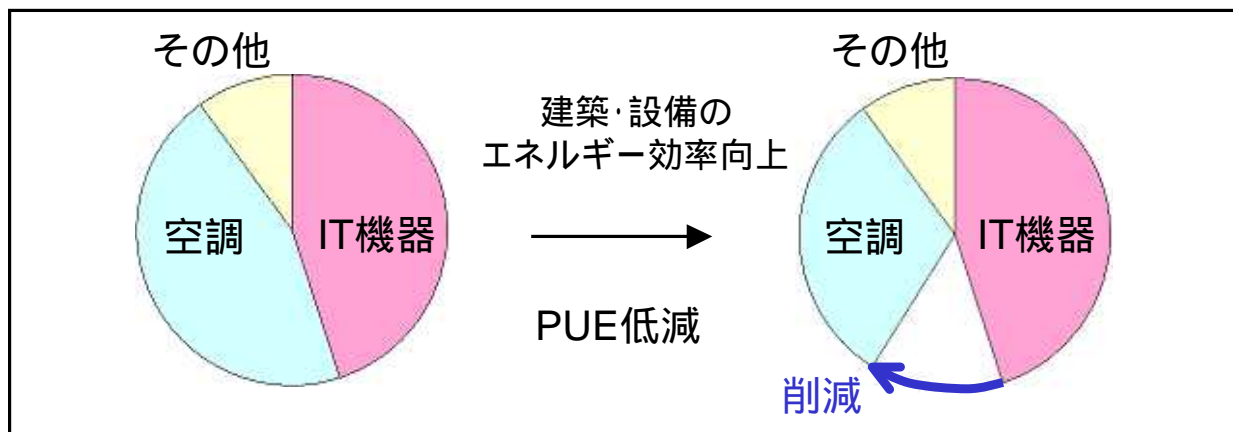


# PUEの低減

米国Green Gridコンソーシアムが提唱するデータセンターのエネルギー効率指標

$$\text{PUE (Power Usage Effectiveness)} = \frac{\text{データセンター全体の消費電力}}{\text{IT機器の消費電力}}$$

データセンターの  
電力消費の内訳

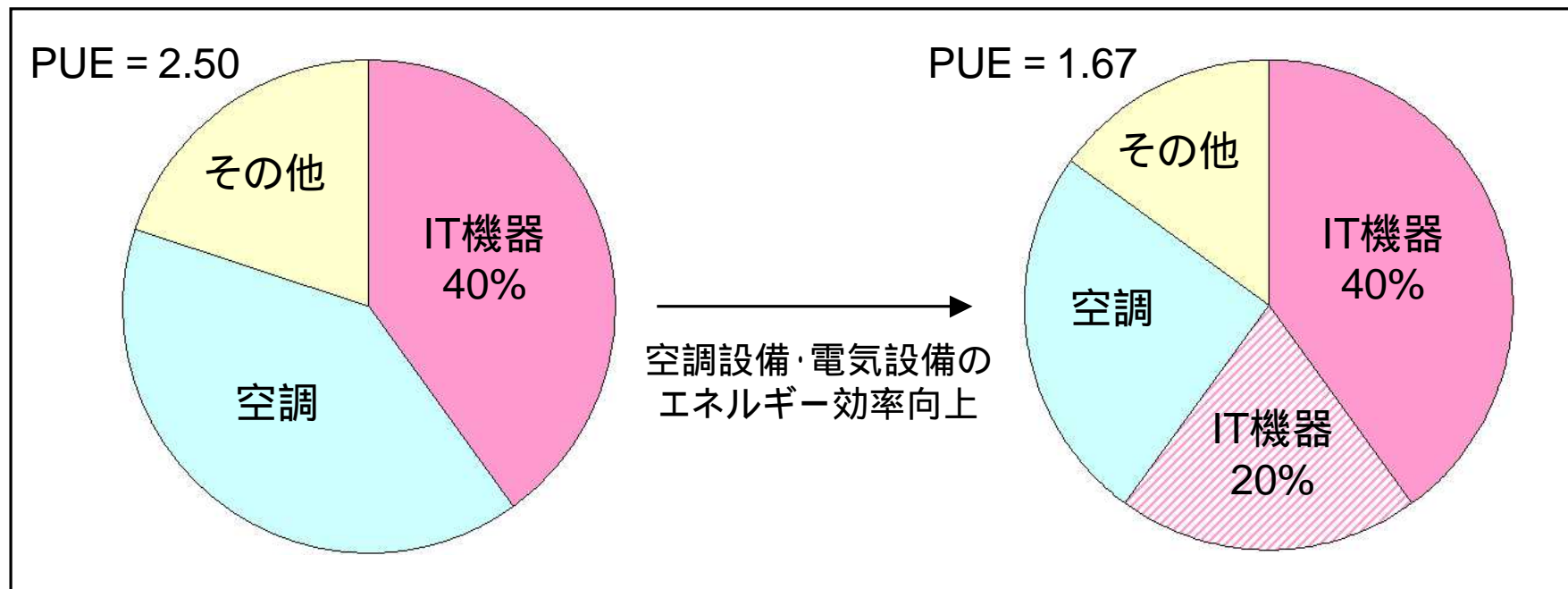


# IT機器以外の電力削減

- ・室温のモニタリングときめ細かな空調制御
- ・効率の良い設備機器への置き換え
- ・排熱の回り込み防止のため、ラック内にブランクパネル設置
- ・穴あきパネルのレイアウト見直し
- ・床下ケーブルの整理

➡ 空調、その他で削減された電力をIT機器に充てる。

$$\text{PUE (Power Usage Effectiveness)} = \frac{\text{データセンター全体の消費電力}}{\text{IT機器の消費電力}}$$



# データセンターのファシリティが 抱える問題点とその対策について

電力 ~ 空調

発熱対策

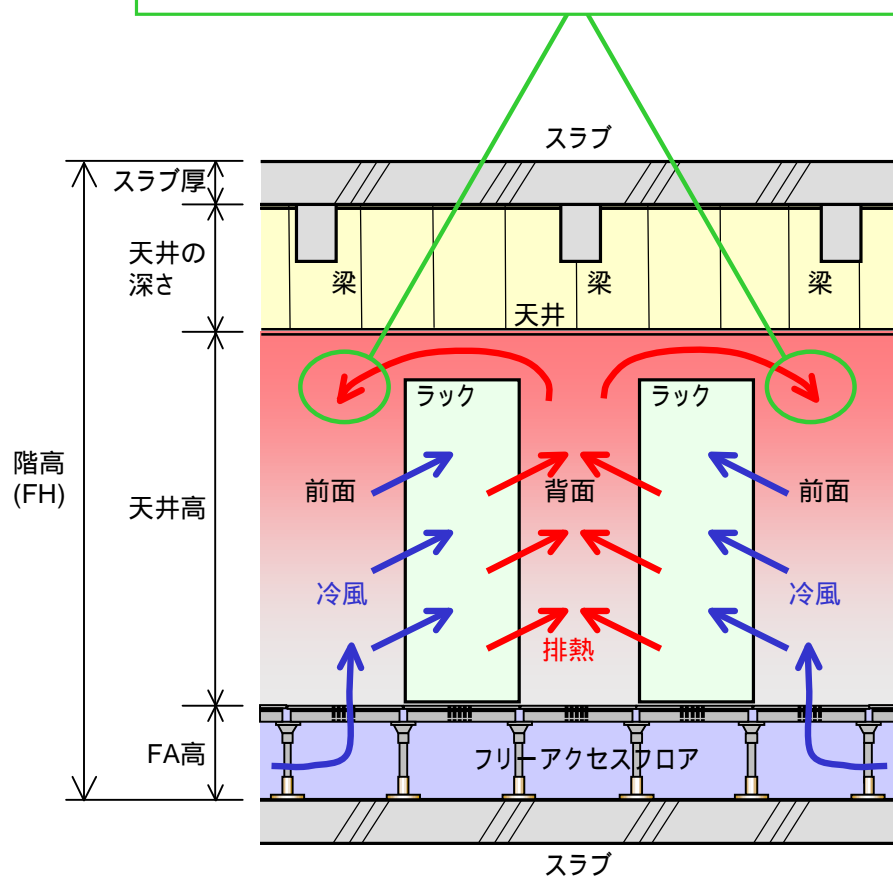
地震

指標

# 排熱が処理できない。

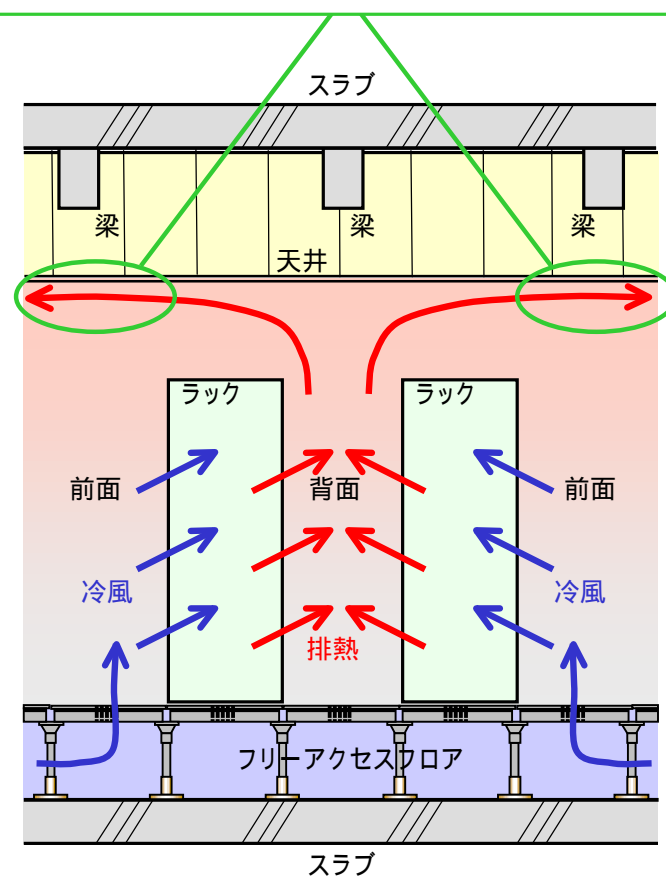
## 階高が低く、空間が小さい場合

サーバーからの排熱が天井に当たって前面に回り込む。



## 階高が高く、空間が大きい場合

サーバーからの排熱は前面に回り込まず空調機に戻る。



# 天井の撤去

天井のあるサーバールーム

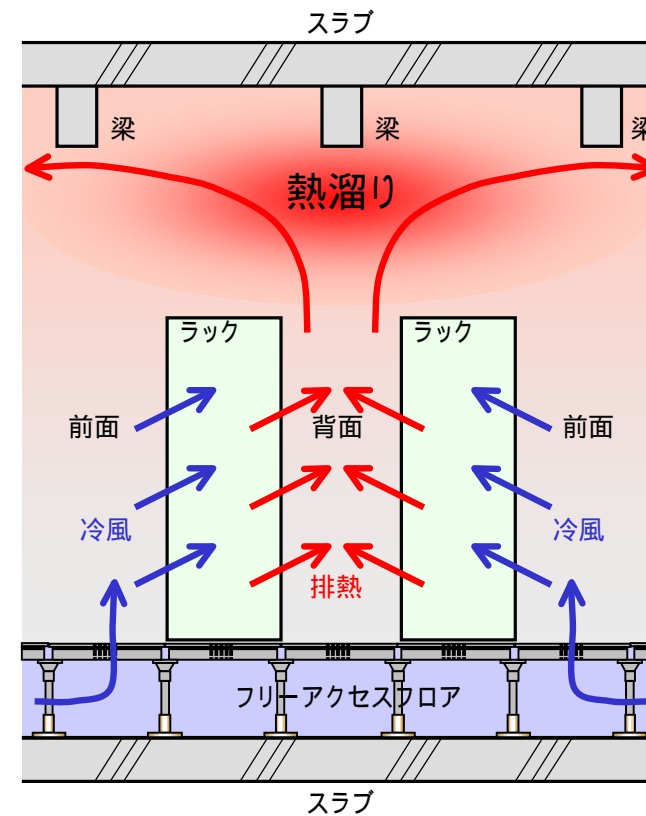


天井のない直天井のサーバールーム

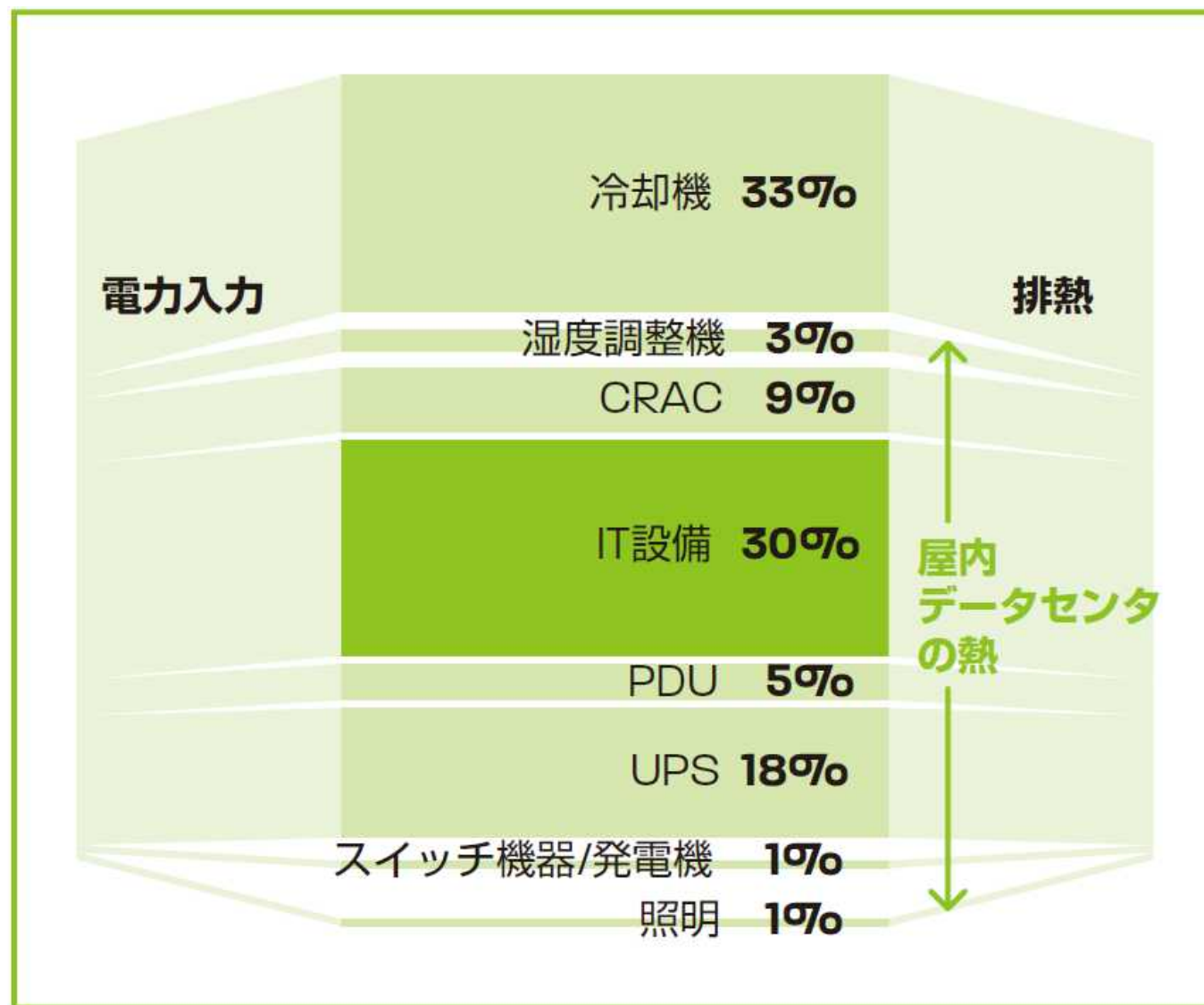


## 天井を張らない場合(直天井)

サーバールームの気積が大きくなり、停電時の室温上昇リスクが軽減される。



# データセンターにおける電力消費の内訳



出典: グリーングリッド White Paper 「エネルギー効率のよいデータセンタのガイドライン」2007.2.16

オリジナル: Rasmussen, N., "Electrical Efficiency Modeling of Data Centers," White Paper #113, APC, (2005)



# 温熱や気流の可視化

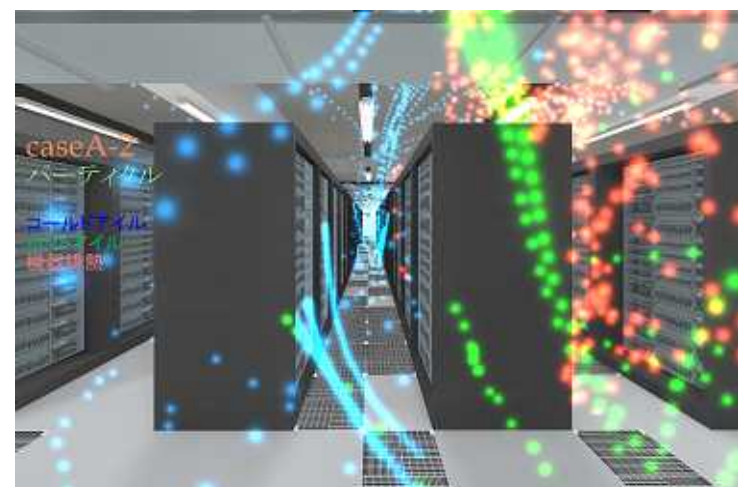
## VR(バーチャル・リアリティ)を活用したデータセンターの熱解析システム



VRシミュレーションによる最適解の検討



コンピュータ室内温度分布

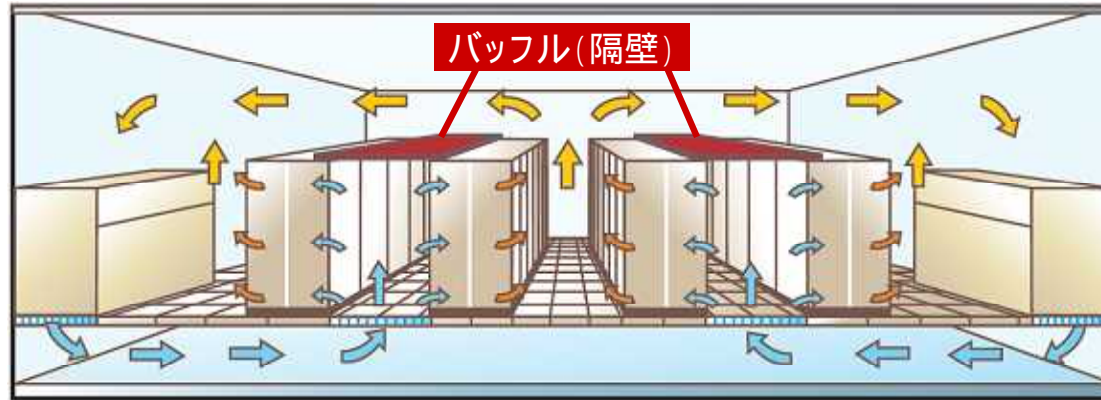


コンピュータ室内気流シミュレーション

# 供給冷気と高温排気の混合防止

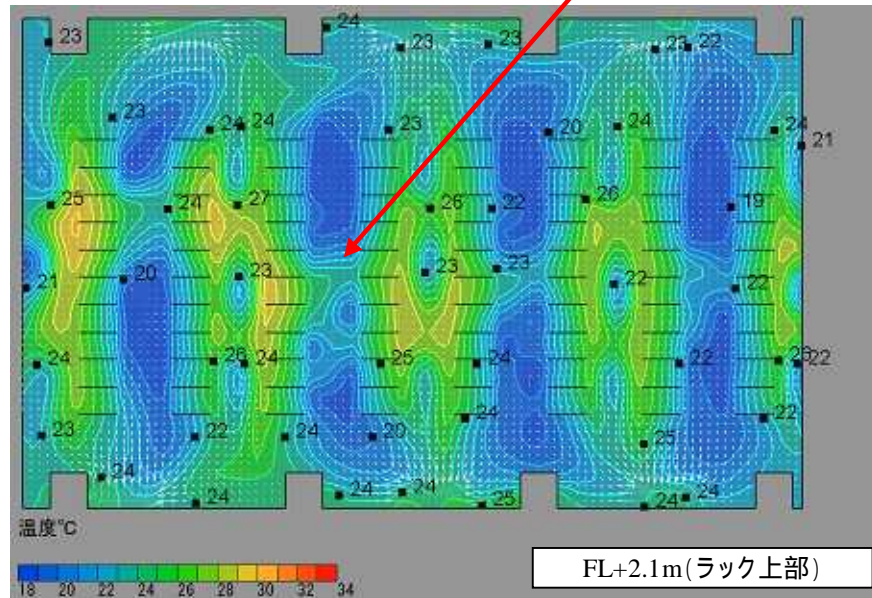
## キャッピング

コールドアイルあるいはホットアイルをバッフル(隔壁)によって囲い込み、供給冷気と高温排気の混合を防ぐ



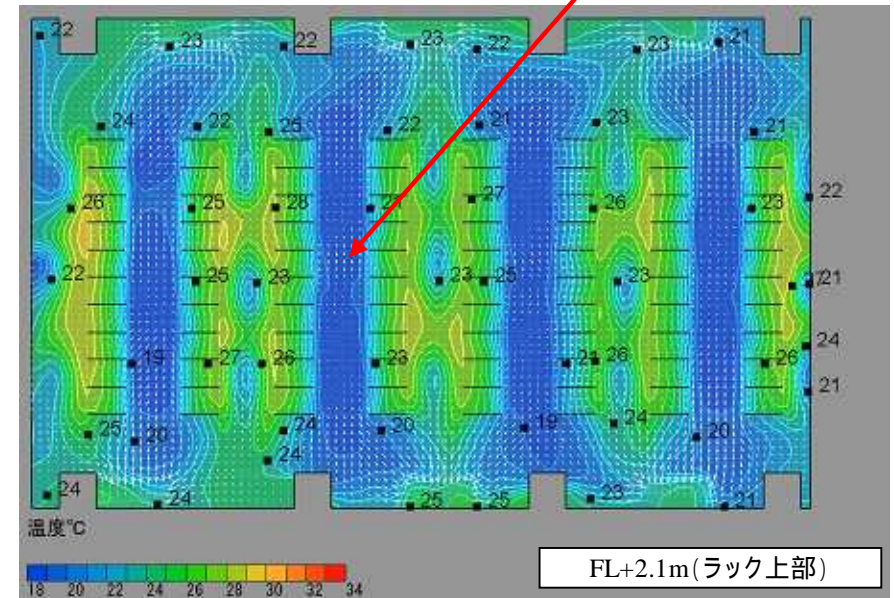
キャッピングなし

コールドアイルの効率DOWN



キャッピングあり

コールドアイルの効率UP





## カーテン

### NetAppサニーベールデータセンター

[http://www.netapp.jp/techontap/newsletter/0712/DC\\_slideshow/dc5.html](http://www.netapp.jp/techontap/newsletter/0712/DC_slideshow/dc5.html)

### 伊藤忠テクノソリューションズ目白坂データセンター

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Keyword/20081001/315868/>

# データセンターのファシリティが 抱える問題点とその対策について

電力 ~ 空調

発熱対策

地震

指標

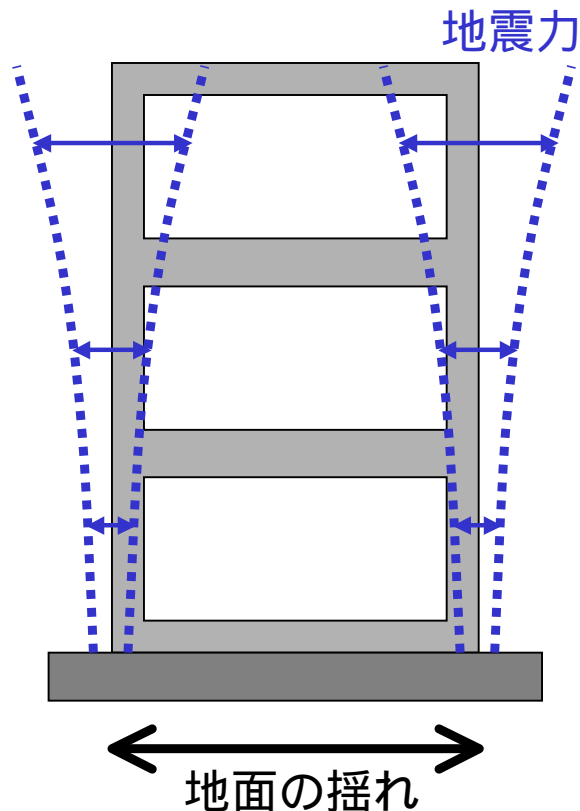
# 耐震、制震、免震

## 耐震



### 『揺れに耐える』

建物自体の構造を強化し、地震の揺れに耐える。制震、免震に比べ揺れは強い。

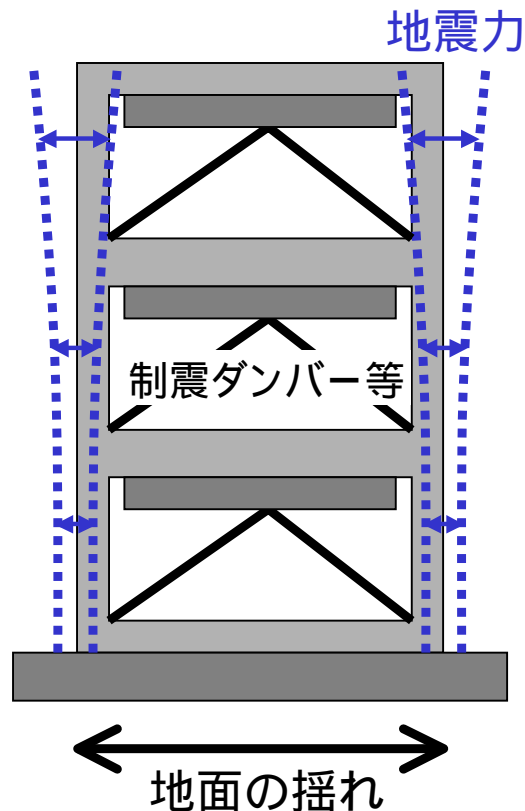


## 制震



### 『揺れを制する』

ダンパーなどの制震装置を取り付け、揺れを抑える。

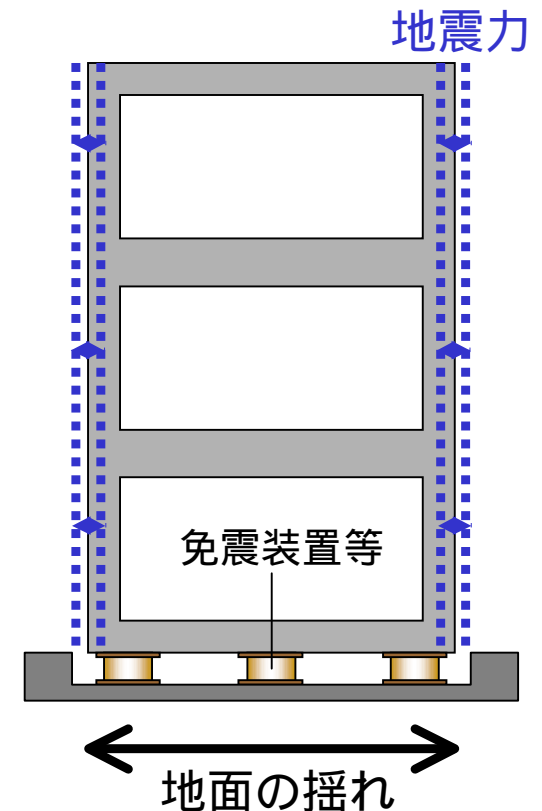


## 免震



### 『揺れから免れる』

基礎と建物間に免震装置を設置し、地震の揺れを逃がし、建物が揺れないようにする。



参考: <http://article.home-plaza.jp/article/howto/007/index.html>

## 免震の建物(1)



## 免震の建物(2)



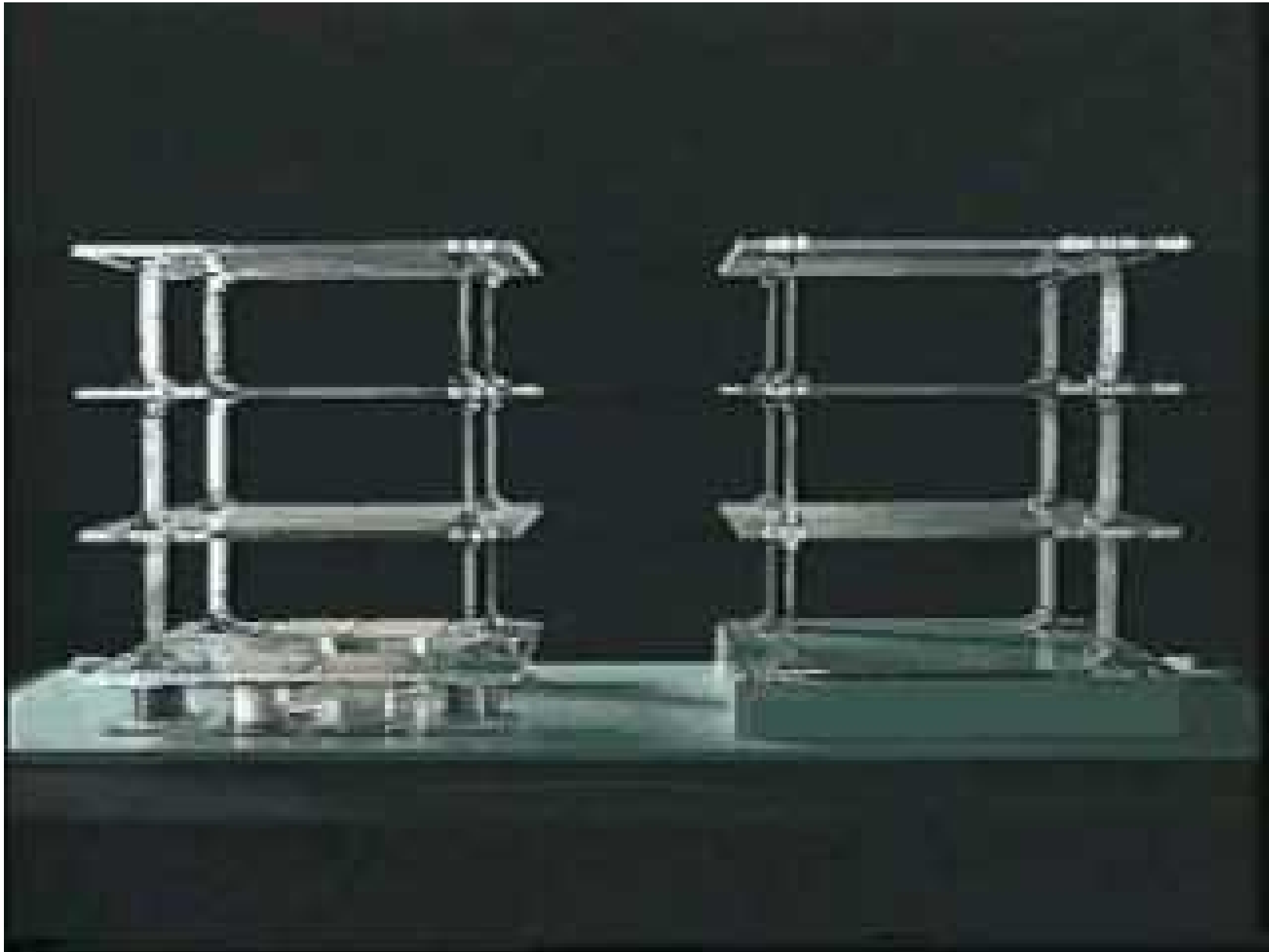


## 免震の建物(3)



## 免震と耐震（動画）

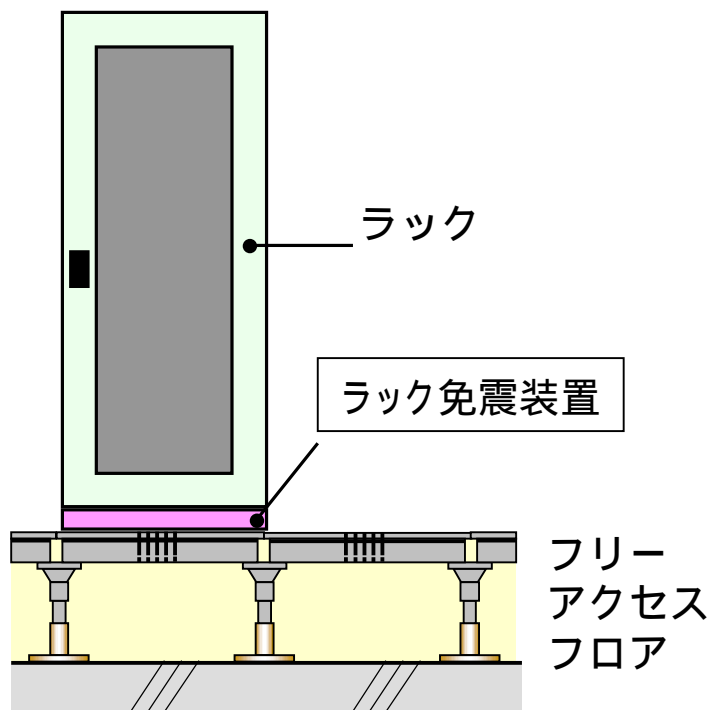
---



# ラック免震装置は万能か？

## ラック免震装置

ラックとフリーアクセスフロアの間を設置する。装置のローラの転がりによって震動を逃がし、ラックに対する揺れを10分の1程度に軽減することができる。



「耐震構造 + ラック免震」と「免震構造」の比較

	建物	サーバー	内装 (天井・壁)	設備
耐震構造 + ラック免震			×	×
免震構造				

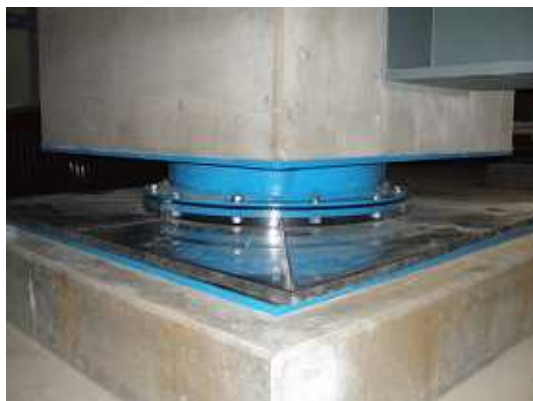


# ハイブリッドTASS免震システム

## 弾性すべり支承と積層ゴム支承の組み合わせ

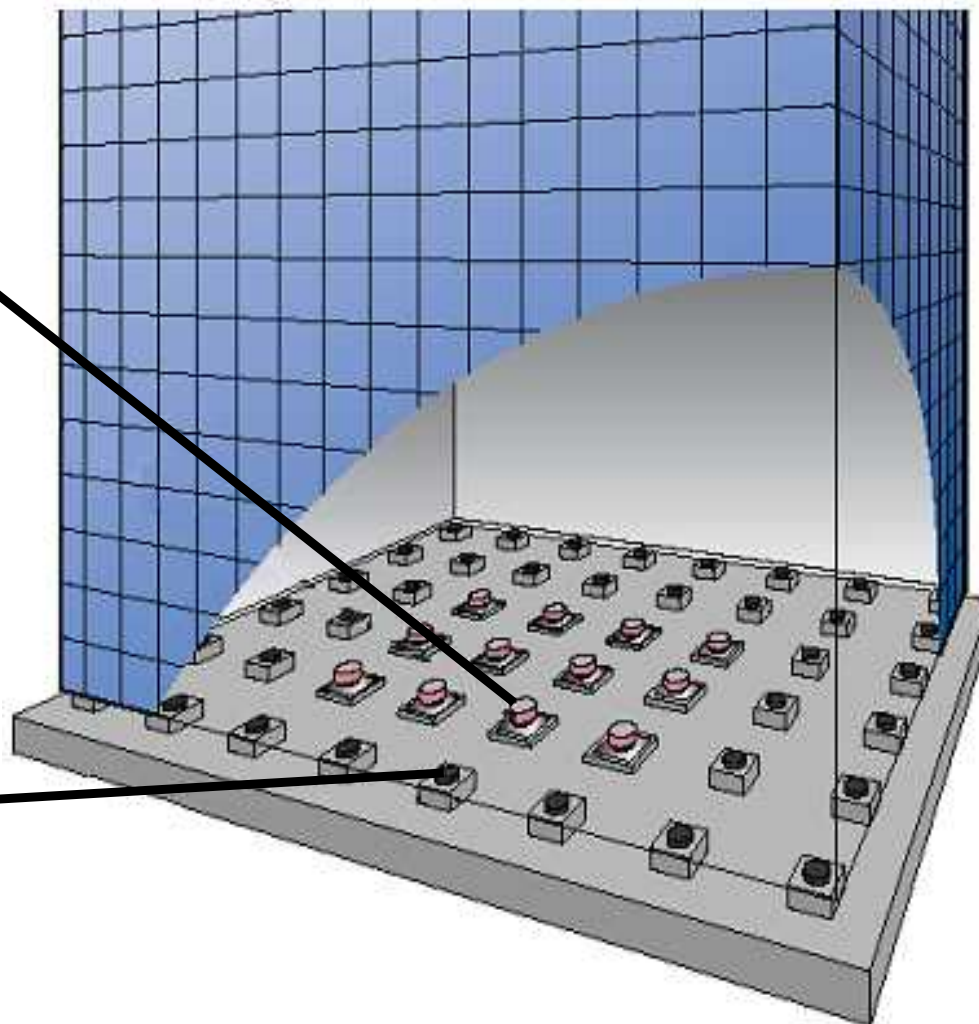
### 弾性すべり支承

- ・ステンレスのすべり板上を支承がすべる
- ・地震動の上部構造への入力を低減する
- ・振動エネルギーをすべり摩擦エネルギーへ変換し、振動を吸収する



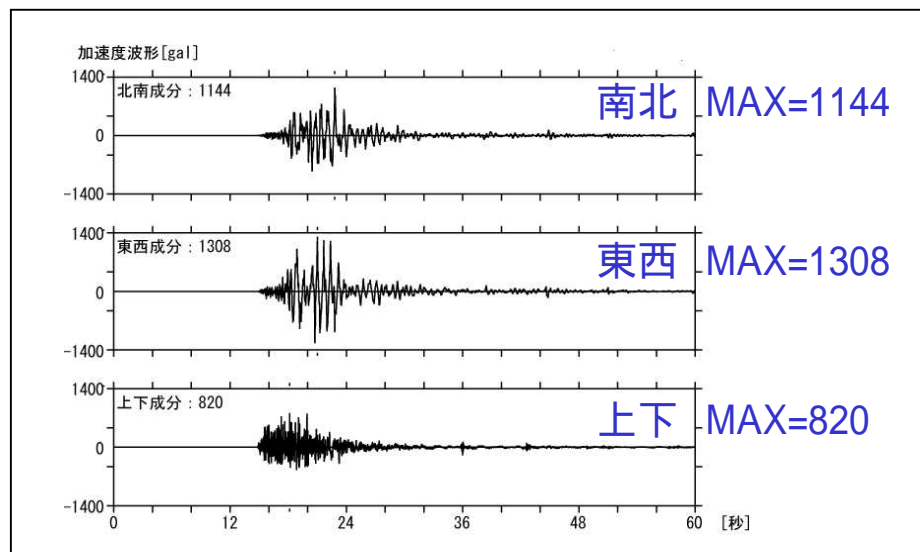
### 積層ゴム支承

- ・水平方向に柔らかく変形する
- ・地震動の上部構造への入力を低減する

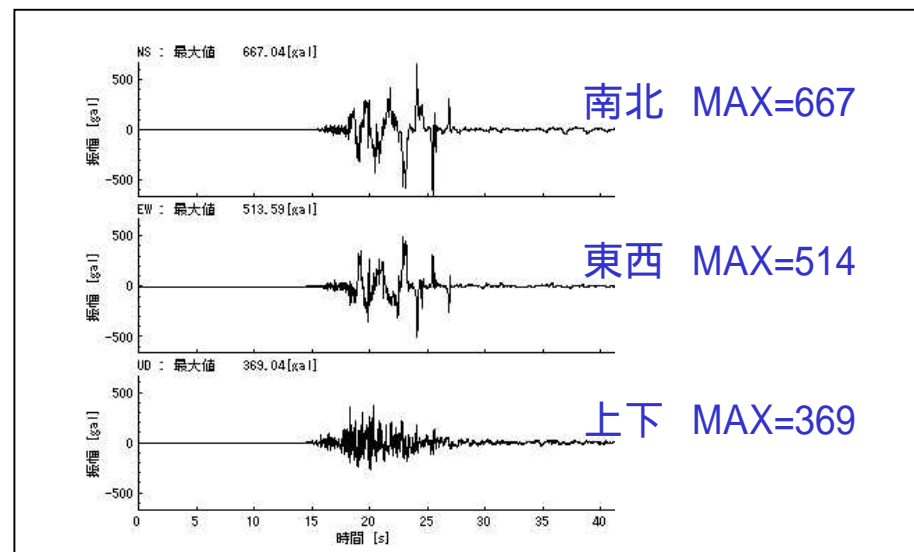


# 最近の主な地震の加速度波形

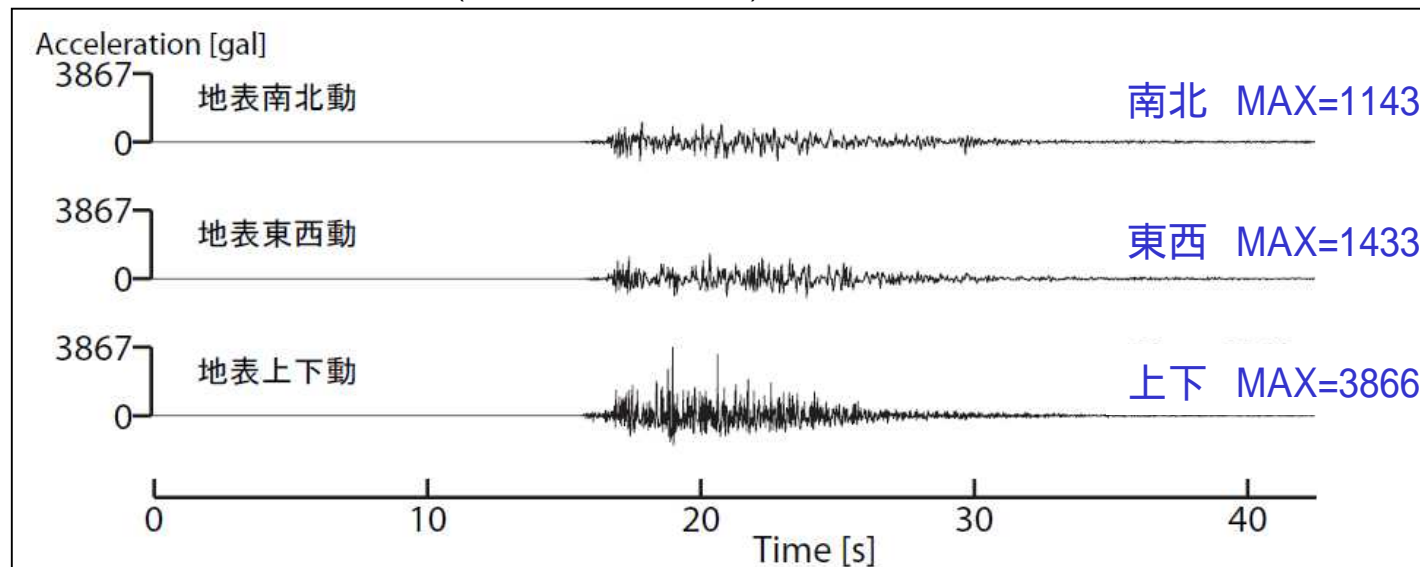
2004年10月23日 新潟県中越地震(小千谷:NIG019)



2007年7月16日 新潟県中越沖地震(柏崎:NIG018)



2008年6月14日 岩手・宮城内陸地震(一関西:IWTH25)

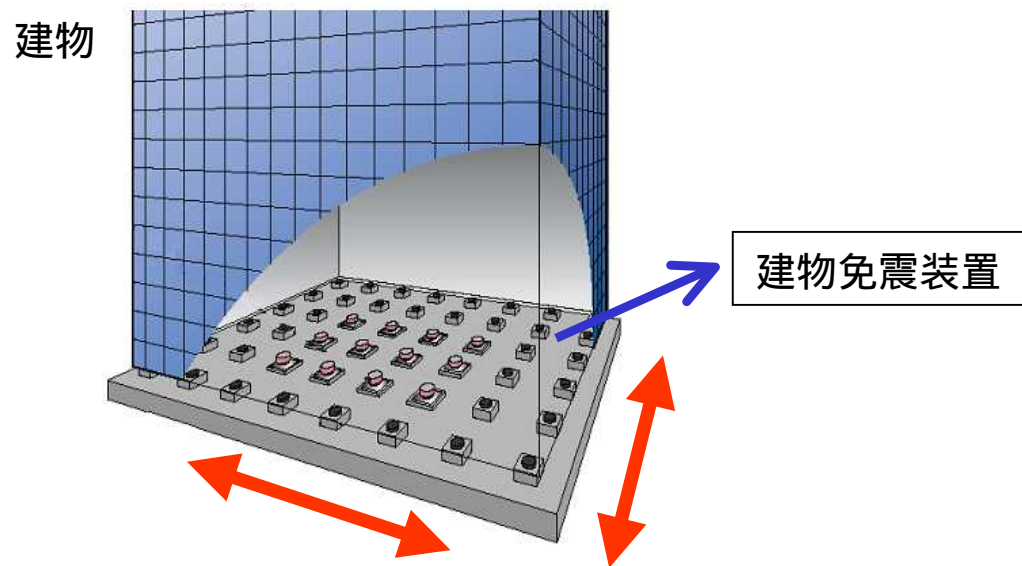


出典:防災科学技術研究所 強震ネットワーク Kyoshin Net

# 上下動への対応

建物免震と床免震の組み合わせ

XY方向は建物で揺れを吸収

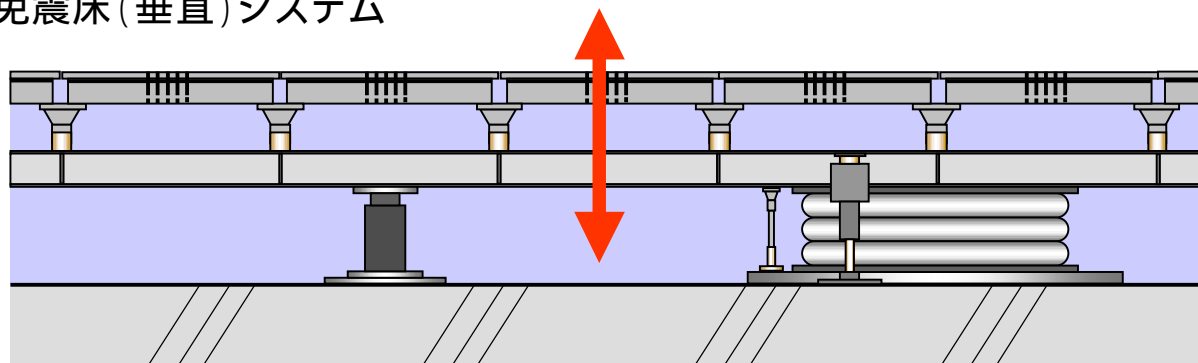


Z方向は床で揺れを吸収

床



免震床(垂直)システム



# データセンターのファシリティが 抱える問題点とその対策について

電力 ~ 空調

発熱対策

地震

指標

Tier: 米国TUI(The Uptime Institute )が制定したデータセンターの設備基準

## 「Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance」



Tierの4つのレベル:

電気設備の信頼性を評価



## Tierの属性

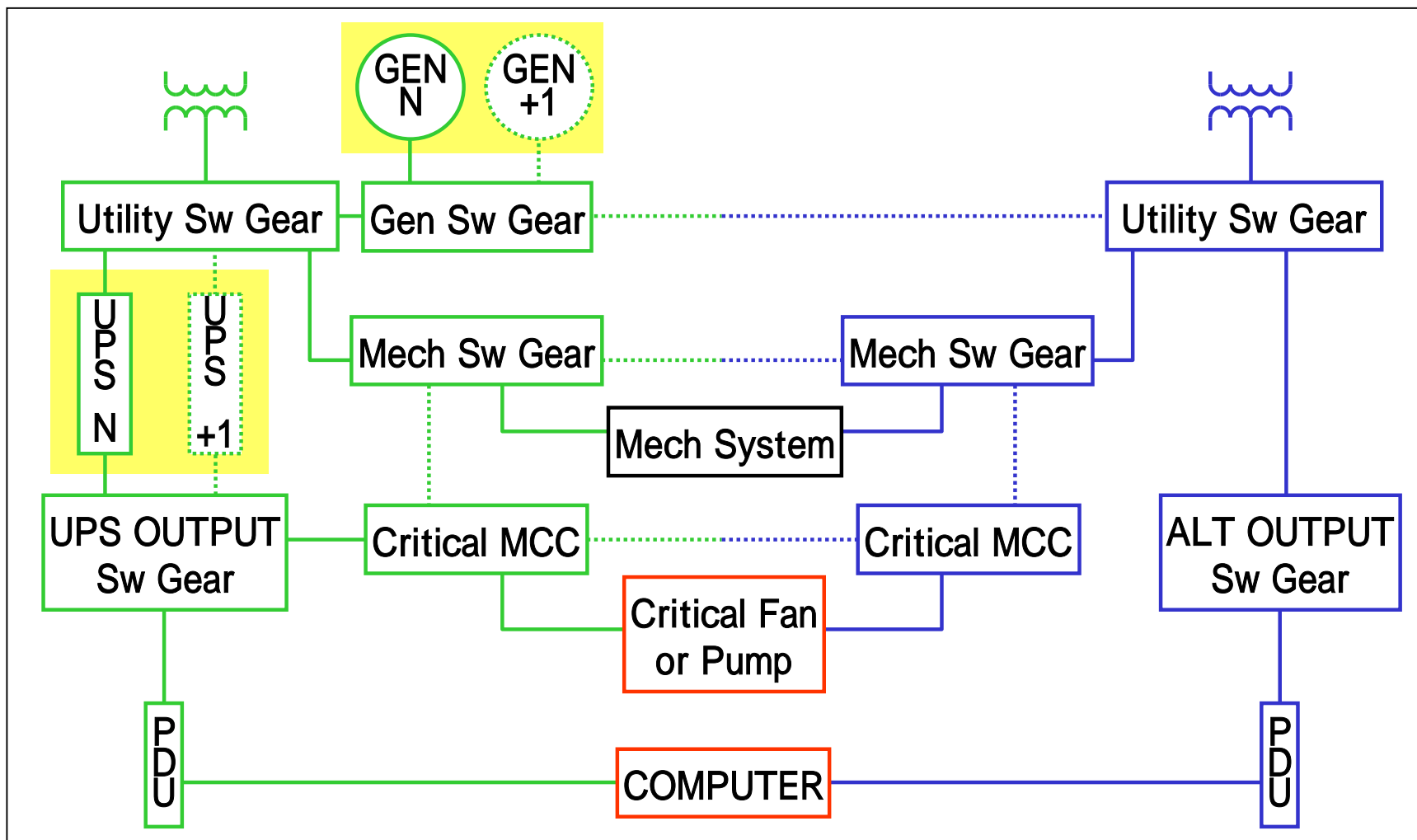
	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
建物のタイプ	テナント	テナント	スタンド・アロン	スタンド・アロン
スタッフ	0FF	1 シフト	1 + シフト	24時間365日
サポートスペース	20%	30%	80-90+%	100%+
初期電力 per Cabinet 【typical】	<1kW	1-2kW	1-2kW	1-3kW
最大電力 per Cabinet 【typical】	<1kW	1-2kW	>3kW	>4kW
床荷重 【typical】	85 lbs/ft <sup>2</sup> 0.51 t/m <sup>2</sup>	100 lbs/ft <sup>2</sup> 0.6 t/m <sup>2</sup>	150 lbs/ft <sup>2</sup> 0.9 t/m <sup>2</sup>	150+ lbs/ft <sup>2</sup> 0.9+ t/m <sup>2</sup>
床高 【typical】	12” 304.8mm	18” 457.2mm	30-36” 762-914.4mm	30-42” 762-1066.8mm
年間ダウン時間(時間)	28.8	22.0	1.6	0.8
稼働率	99.67%	99.75%	99.98%	99.99%
初登場年	1965	1970	1985	1995

資料: "The Classification Define Site Infrastructure Performance" (Whitepaper)

# Tier とTier

電気設備構成図 発電機やUPSが、Tier IIIではN+1、Tier IVでは2(N+1)となる。

Tier III

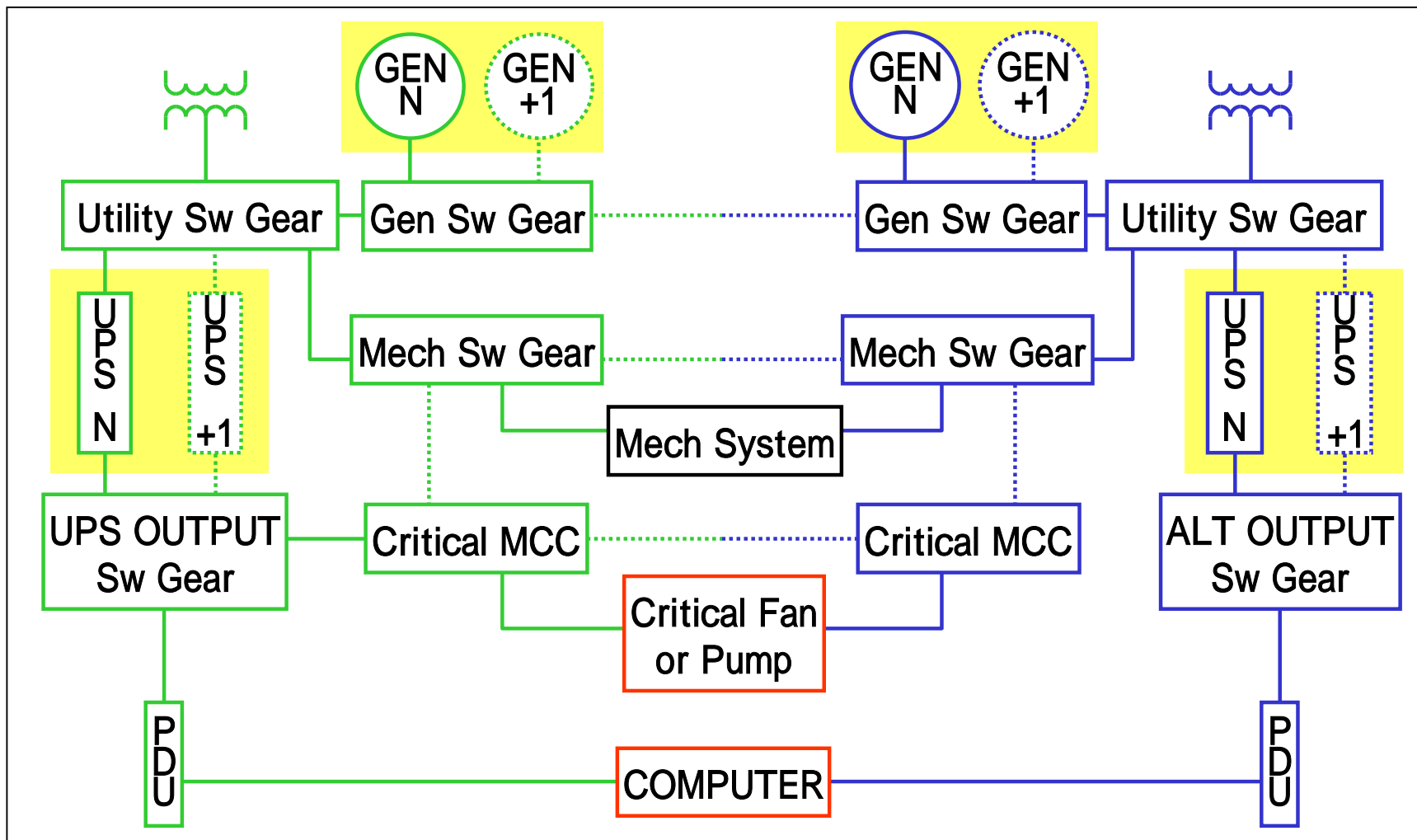


資料: "The Classification Define Site Infrastructure Performance" (Whitepaper)

# Tier とTier

電気設備構成図 発電機やUPSが、Tier IIIではN+1、Tier IVでは2(N+1)となる。

Tier IV



資料: "The Classification Define Site Infrastructure Performance" (Whitepaper)

## レイアウト比較

同じ広さのサーバー室に対して、Tier IVではTier IIIの2倍のサポートスペースが必要となる。





Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

(財)建築環境・省エネルギー機構 (IBEC) によって開発された建物の環境性能評価手法

### < BEEに基づく環境ラベリング >

$$\text{環境性能効率 (BEE)} = \frac{Q(\text{建築物の環境品質・性能})}{L(\text{建築物の外部環境負荷})}$$

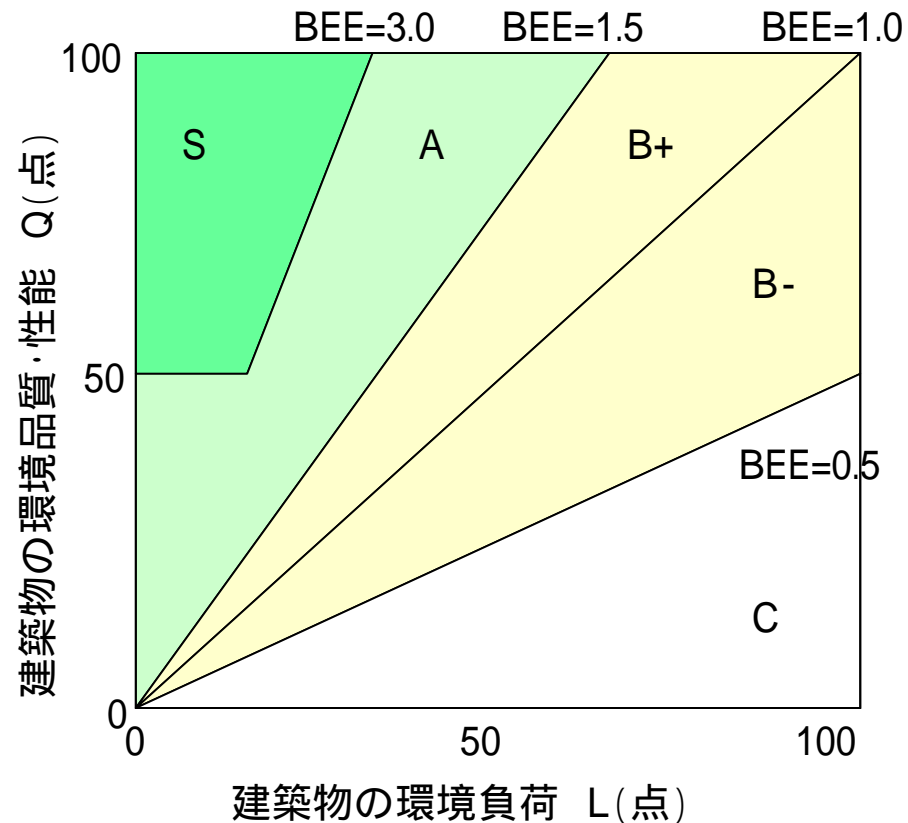
Q (建築物の環境品質・性能)

- Q1: 室内環境
- Q2: サービス性能
- Q3: 室外環境 (敷地内)

=

L (建築物の外部環境負荷)

- L1: エネルギー
- L2: 資源・マテリアル
- L3: 敷地外環境



Sランク: Excellent Aランク: Very Good B+ランク: Good B-ランク: Fairly Poor Cランク: Poor

自治体におけるCASBEE評価義務化

名古屋、大阪、横浜、川崎、京都、神戸、札幌、大阪府、京都府、兵庫県、福岡

## CASBEE Sランクの事例

<http://www.city.yokohama.jp/me/machi/center/kankyo/casbee/file18/18-24/18-24-1.pdf>

## CASBEE B+ランクの事例

<http://www.city.kitakyushu.jp/file/35040200/casbee/k1.pdf>

# CO2排出量削減へのプレッシャー


## 東京都CO2排出規制条例(2008年6月25日可決)

- ・東京都のCO2排出規制は2010年開始予定。
- ・電気使用量が原油換算1,500キロリットル/年以上の事業所が規制の対象。
- ・主に床面積2-3万㎡のビル、1,300事業所が削減義務の対象となる見込み。
- ・テナント事業者には、ビルオーナーのCO2削減に協力する義務も課せられる予定。

(2008/6/30 東京都、東京商工会議所主催「環境都市づくりシンポジウム」)

### 東京都の気候変動対策

～大規模事業所への温室効果ガスの  
「総量削減義務と排出量取引制度」の導入



東京都環境局

# データセンターのCO2排出量

## 事業所のCO2排出量(業務部門)

2006年度の排出量の多い上位150施設のうちデータセンターが入居するビルは29件。

(単位:t-CO2)

順位	事業所名	排出量
3	サンシャインシティ	64,816
10	NTTドコモ品川ビル	45,526
11	KDDIビル(新宿)	42,973
12	NTTコミュニケーションズビル0920	41,999
16	Sビル(アット東京)	38,176
20	東京ダイヤビルディング(三菱倉庫)	34,434
24	NTTデータ大手町ビル	31,609
27	東京流通センターA敷地センタービル他	29,440
46	三菱東京UFJ銀行多摩ビジネスセンター	23,916
58	テレコムセンタービル	21,662
59	みずほ銀行 情報センター	21,620
63	NTT情報流通基盤総合研究所	21,241
66	東京サンケイビル	20,553
68	ソフトバンクモバイル新砂センター	20,224
69	NTT品川TWINS	20,064

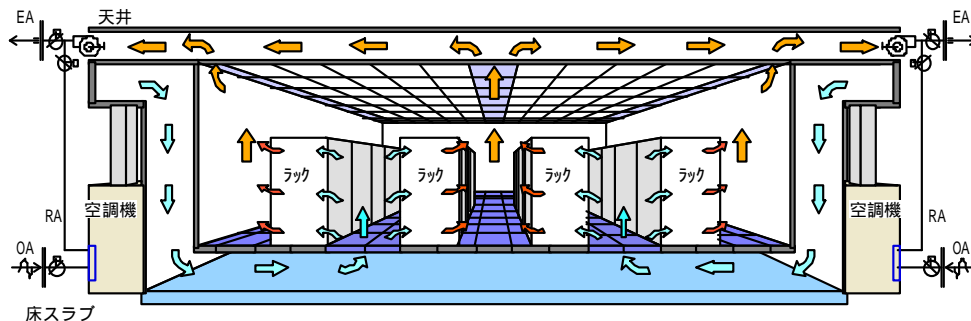
順位	事業所名	排出量
76	NTTドコモ墨田ビル	19,043
85	アーバンネット大手町ビル	17,509
86	TIS東京センター	17,341
94	KDDI大手町ビル	16,711
108	KDDI府中ビル	15,412
111	NTTドコモ代々木ビル	14,676
117	NASセンター(日経南砂別館)	14,360
123	MCC三鷹ビル	14,019
125	塩浜ビル(江東区)	13,938
128	ソフトバンクテレコム新東京センター	13,779
142	新宿オークタワー	12,945
145	NFパークビルディング	12,885
146	日本銀行府中分館	12,842
149	みずほ銀行 情報センター2	12,526

出典:週刊東洋経済 2008.7.12 『東京都内でCO2の排出量が多いのはここだ!』

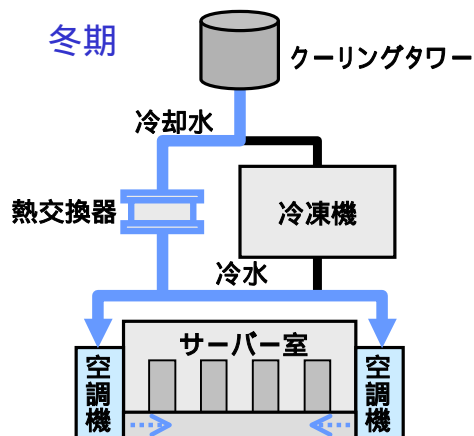
# データセンターの環境対応(グリーンIT)

## 空調システムの効率化・省電力

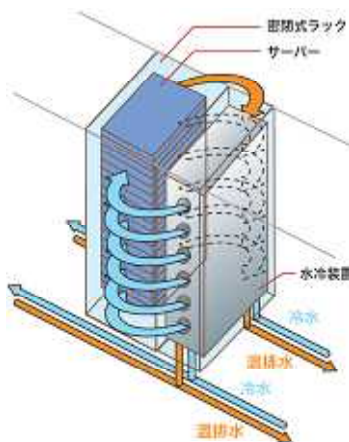
### 外気冷房



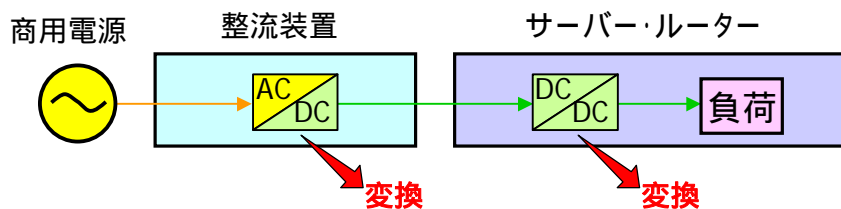
### フリークーリング



### 水冷ラック



### 直流給電方式



## 環境負荷の低減

### 屋上緑化・壁面緑化 自然エネルギーの利用



### ダンボールダクト

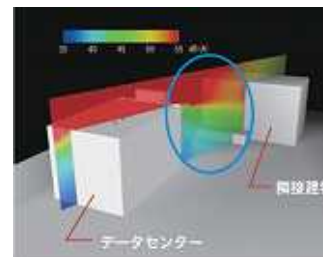


### グリーン電力証書の購入

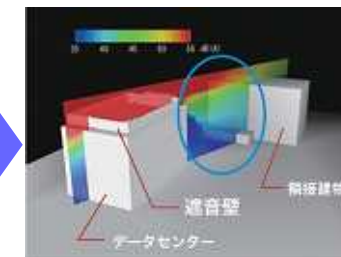


## 地域環境への配慮

### 屋外騒音の低減



対応前の影響



対応後の影響

# 将来のデータセンターの姿を 考えるヒント



# データセンターのモジュール化

モジュール単位でデータセンターを構築していけば、  
要求仕様にあったデータセンターファシリティを提供できる

## アジアン・フロンティア (ソフトバンクIDC株式会社殿)

<http://www.sbidc.jp/datacenter/asianfrontier.html>

- ・拡張に十分な用地があれば、1棟(1モジュール)単位でのデータセンター建設が可能
- ・ファシリティ面において、最新の技術導入が可能となり、様々な課題に対して対応できる

## コンテナ型データセンター サーバーラックを輸送用コンテナに設置 サン・マイクロシステムズHP

<http://loosebolts.wordpress.com/2008/12/02/our-vision-for-generation-4-modular-data-centers-one-way-of-getting-it-just-right/>

- ・輸送や移動、データセンターの早期開業も可能。拡張性にも富む。  
(海外 大規模コンテナ型  
データセンター出現)

大空間のサーバールームで、増大するIT機器の発熱に対応できる

## バルセロナ スーパーコンピューティング・センター (教会をデータセンター化)

URL: [http://www.bsc.es/plantillaA.php?cat\\_id=48](http://www.bsc.es/plantillaA.php?cat_id=48)

無柱大空間の教会内をデータセンターとして利用。  
高スペックなIT機器の発熱を受け止められる十分な熱だまり空間を提供。

## 米国オレゴン州・インテル社 ジョーンズファームセンター

グレーチングによって繋がった1・2階。  
1階からの十分な冷気は、2階のサーバラックに、しっかりと行き渡る

# 自然エネルギーの利用 【グーグルの取り組み】

## 水力発電

再生可能エネルギーの利用  
巨大な水力発電所から得られる安価で豊富な  
電力  
水力発電のみで稼動しているデータセンター  
もある

オレゴン州The Dallesのデータセンター

<http://graphics8.nytimes.com/images/2006/06/14/business/search.600.jpg>

## 風力発電

再生可能エネルギーの中ではコストは低い  
広大な用地を活用した発電

オランダのデータセンター

<http://www.flickr.com/photos/erwinboogert/sets/72157601813301202/>

## 太陽光発電

追尾型の反射パネルの発電システムの開発企業  
eSolar社に出資  
25MWのシステムを基本に最大500MWまでの発電  
に対応可能  
晴天率、場所の平坦具合等により発電量は変る

[http://greenpost.way-nifty.com/softenergy/2007/12/google\\_esolar\\_7aa1.html](http://greenpost.way-nifty.com/softenergy/2007/12/google_esolar_7aa1.html)

## 地熱発電

地熱発電の新技术：E G Sの研究開発に取り  
組む AltaRock Energy社などに出資  
E G Sは3つの条件を模索中

- ・ 熱い岩の粉砕
- ・ システム内での水循環
- ・ 発生蒸気を利用したタービン発電

深さ3～10kmにある熱分のわずか2%で米国全体の  
年間エネルギー消費量の2500倍以上に相当

## 自然エネルギーの利用

---

### 【フローティング・データセンター】

- ・グーグルが特許申請
- ・海上の沖合約5～11kmに船を浮かべ、コンテナ型データセンターを搭載
- ・電力は波力発電により供給、冷却は淡水化した海水を利用



<http://japanese.engadget.com/2008/09/08/google-float/>

---

### 【ホワイトデータセンター】

出典: 室蘭工業大学 媚山政良教授

雪冷房を利用した省電力型データセンター(北海道美唄市において計画中)  
データセンターの隣に、幅80m×奥行き130m×高さ17mの雪山を構築  
雪山にパイプを通し、真夏でも15度以下の冷気をデータセンターに供給  
データセンターの横に温室栽培工場を作り、廃熱を利用して野菜を栽培

### 空気を冷やす三つの方式

外気冷房

フリークーリング

雪冷熱エネルギー

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20081015/316967/>



# 「ハイブリッド・シリコン・レーザー」は救世主になるか？

## ハイブリッド・シリコン・レーザー

<http://www.intel.co.jp/jp/technology/magazine/research/hybrid-laser-1006.htm>

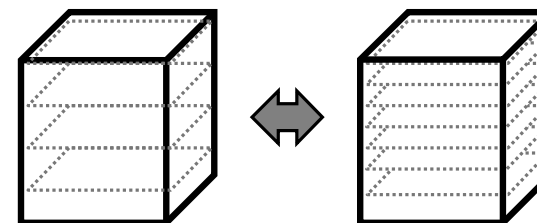
### 未来の統合型テラビット・シリコン光トランスミッター

それぞれ波長の異なるレーザーを発光する25個のハイブリッド・シリコン・レーザーと、25個のシリコン変調器を使用し、これらを1本の光ファイバーに多重化して出力。

<http://www.intel.co.jp/jp/technology/magazine/research/hybrid-laser-1006.htm>

このデバイスが実用化されると  
電気配線による発熱という大問題が解決？

10年後を見据えると、階高や床荷重が変更可能な  
スーパースケルトンのような建物が必要だろうか？



データセンターのファシリティで良かった事例、改善してほしいと思った事例を教えてください！

クラウドによりデータセンターの地理的制約は無くなるだろうか？

ハイブリッド・シリコン・レーザーやSSDはデータセンターにおける熱問題解決の救世主となるだろうか？

未来のデータセンターはどのような姿になっているのでしょうか？

