

# 波数積分法による強震動計算

工学院大学・建築学科  
久田嘉章

## 概要

### ○強震動予測の必要性

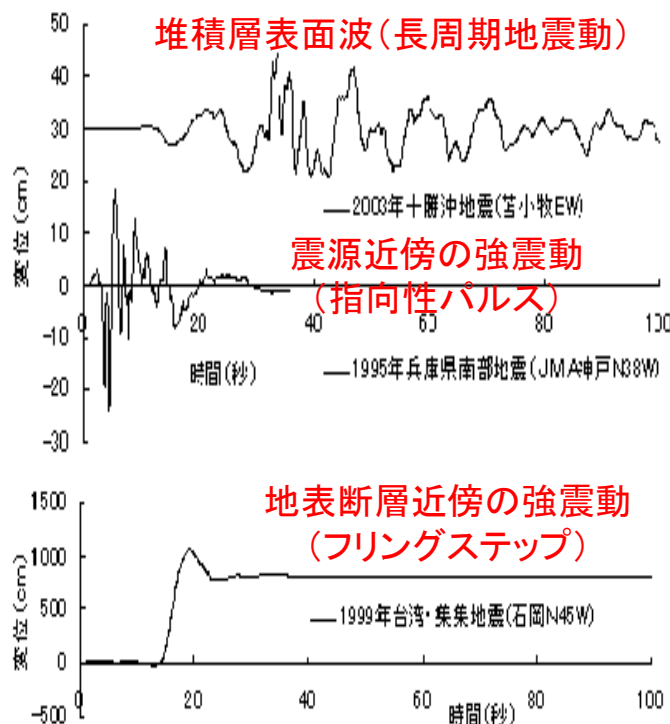
標準地震波（告示波など）と様々な  
強震観測記録の違い（指向性パルス、フリングステップ）

### ○波数積分法による強震動計算法

震源・伝播・サイト特性

### ○計算コードと事例の紹介

# 特徴的な観測強震動(変位波形)と地震被害



2003年十勝沖地震の苫小牧市におけるナフサタンクの全面火災

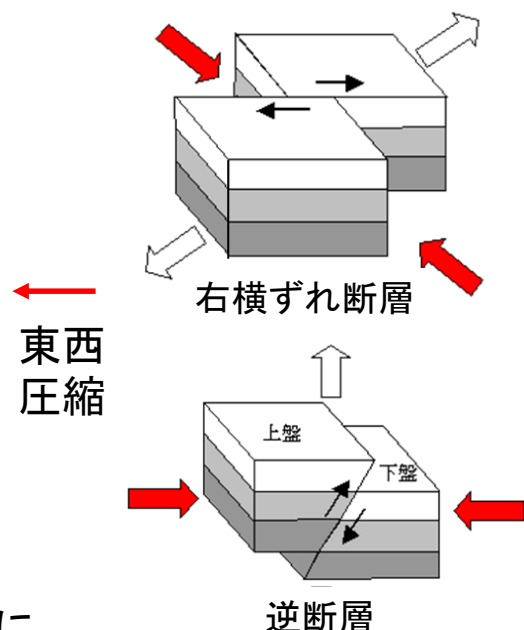
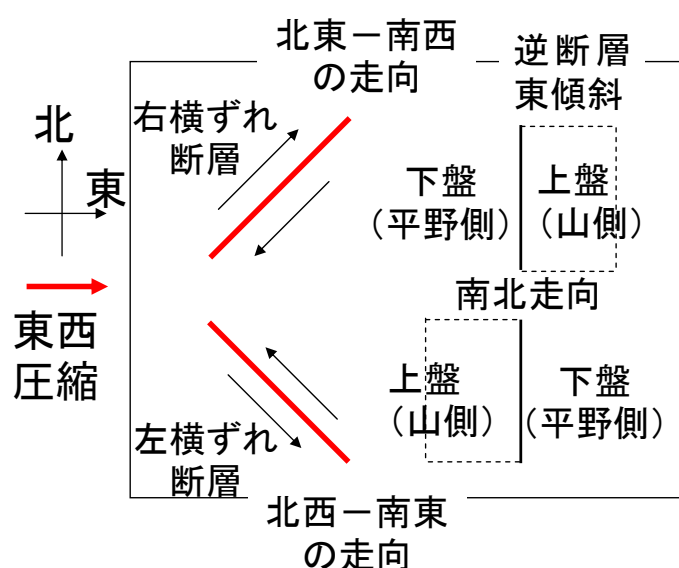


1995年兵庫県南部地震における神戸市の木造家屋の倒壊



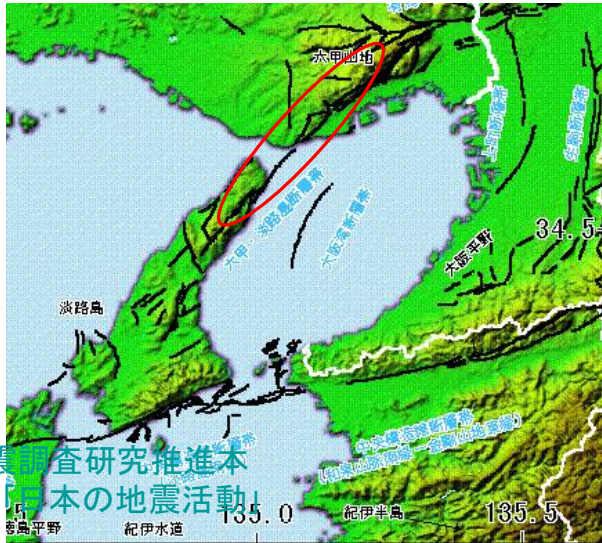
1999年台湾・集集地震による地表断層上のRC建物の傾斜

## 震源特性: 東西圧縮場と断層タイプ



日本列島で支配的な東西圧縮場における断層走向と断層タイプ

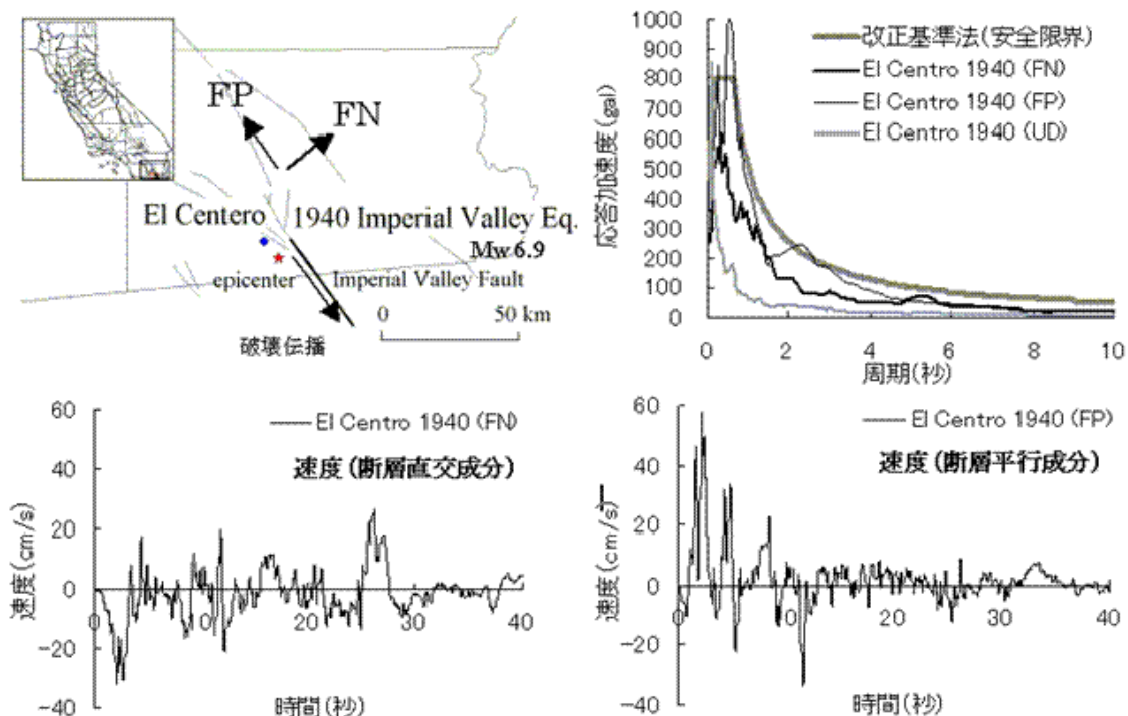
# 1995年阪神淡路大震災(M7.3)



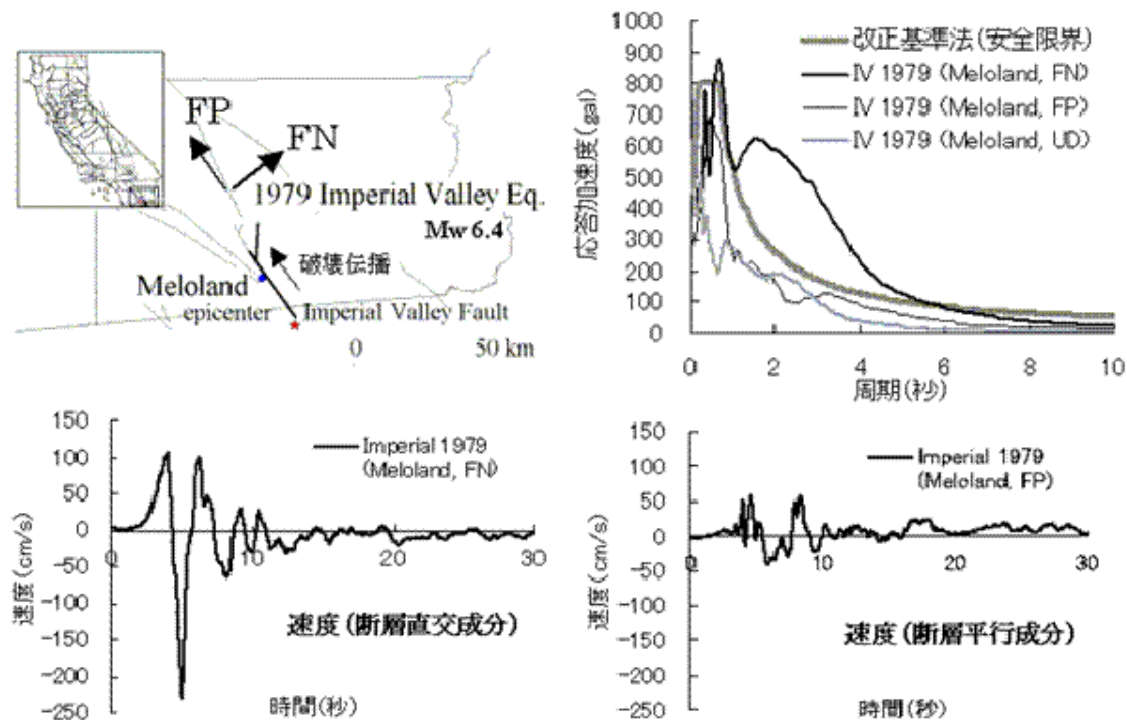
阪神大震災写真20選(左上) [http://web.kyoto-inet.or.jp/org/gakugei/kobe/photo20.htm#01phot\\_h](http://web.kyoto-inet.or.jp/org/gakugei/kobe/photo20.htm#01phot_h)

- 被害概要(平成12年消防庁災害対策本部)
  - 死者:6,432名(約9割は建物倒壊)
  - 負傷者:43,792名
  - 建物被害:512,882棟

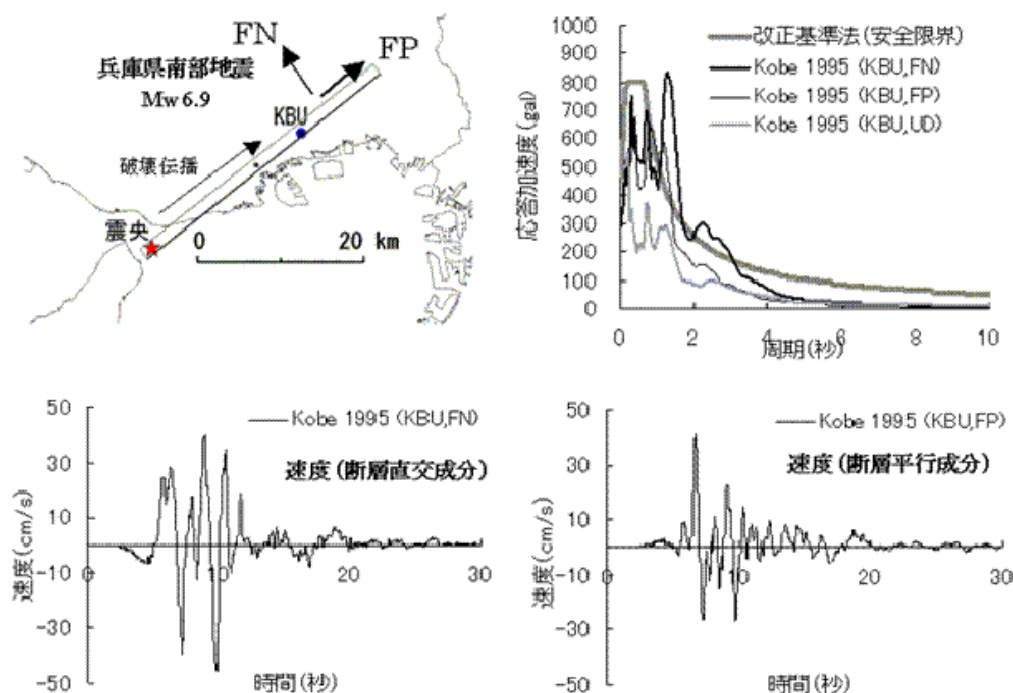
## 1940年Imperial Valley 地震(横ずれ断層) El Centro波→ランダム波



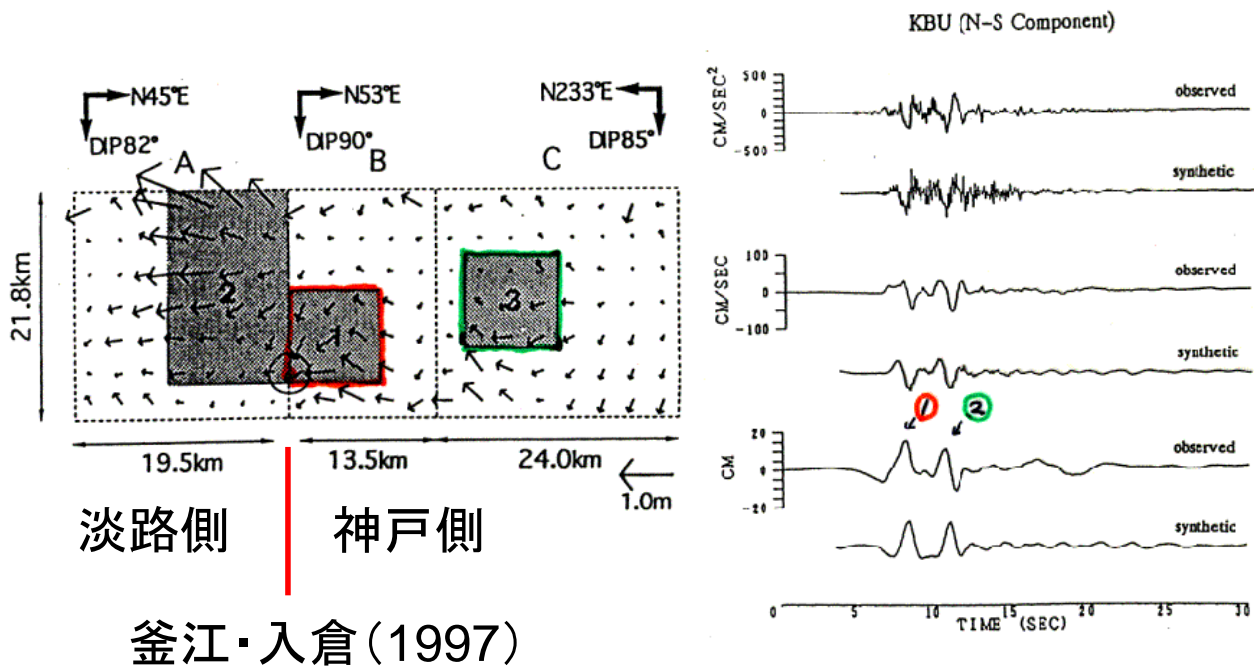
# 1979年Imperial Valley 地震(横ずれ断層) Meloland波→指向性パルス波



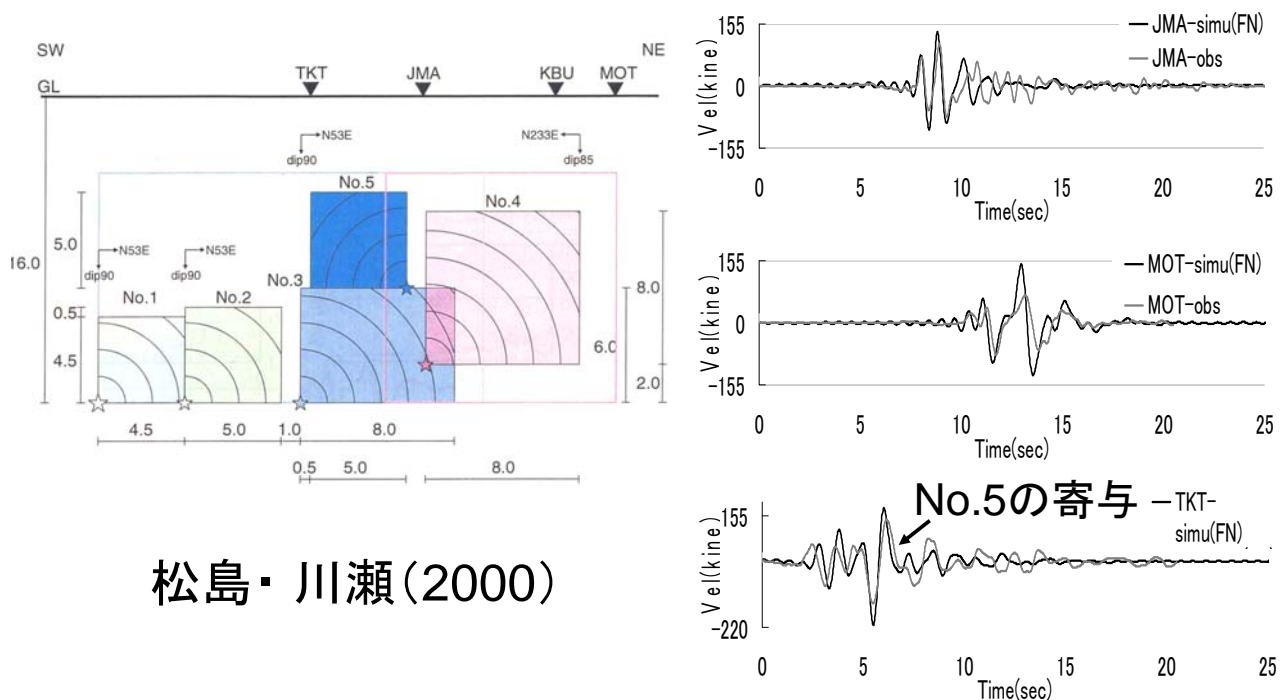
# 1995年兵庫県南部地震(横ずれ断層) 神戸大学(KBU)波→指向性パルス



# 1995年兵庫県南部地震 アスペリティーと指向性パルス

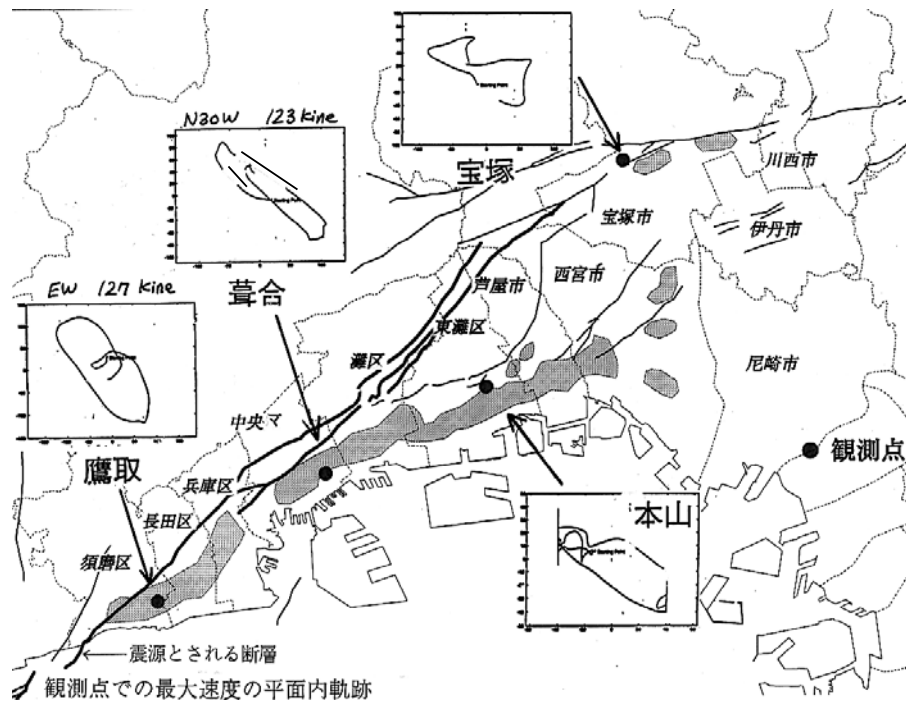


# 1995年兵庫県南部地震 アスペリティーと指向性パルス

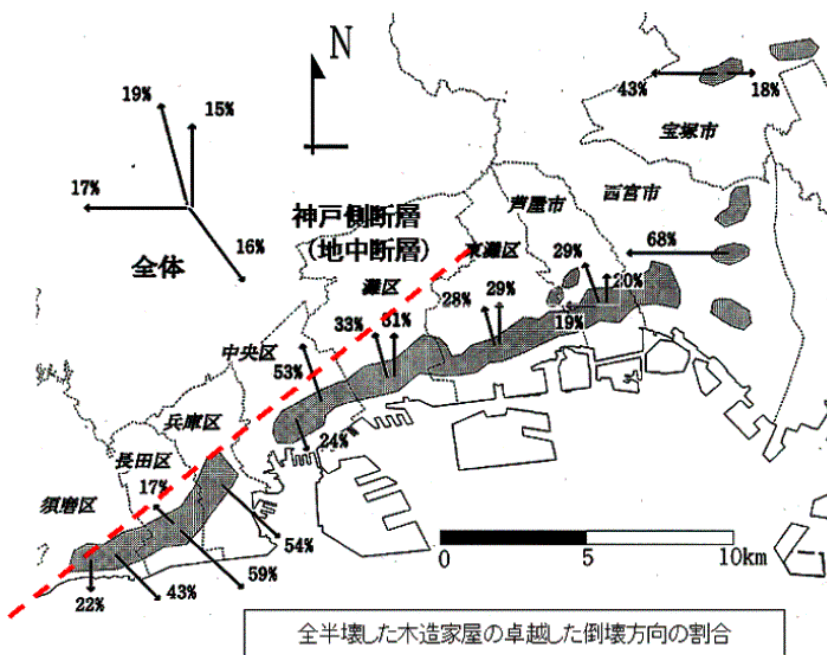




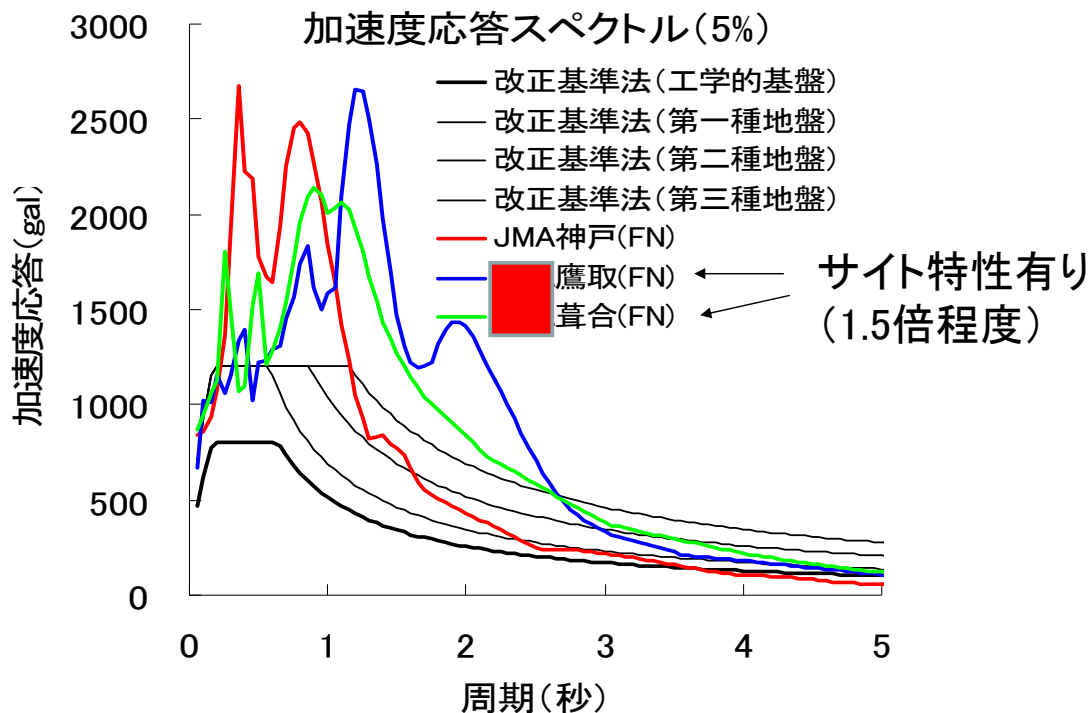
# 1995年兵庫県南部地震における 地震動(速度波形)の卓越方向



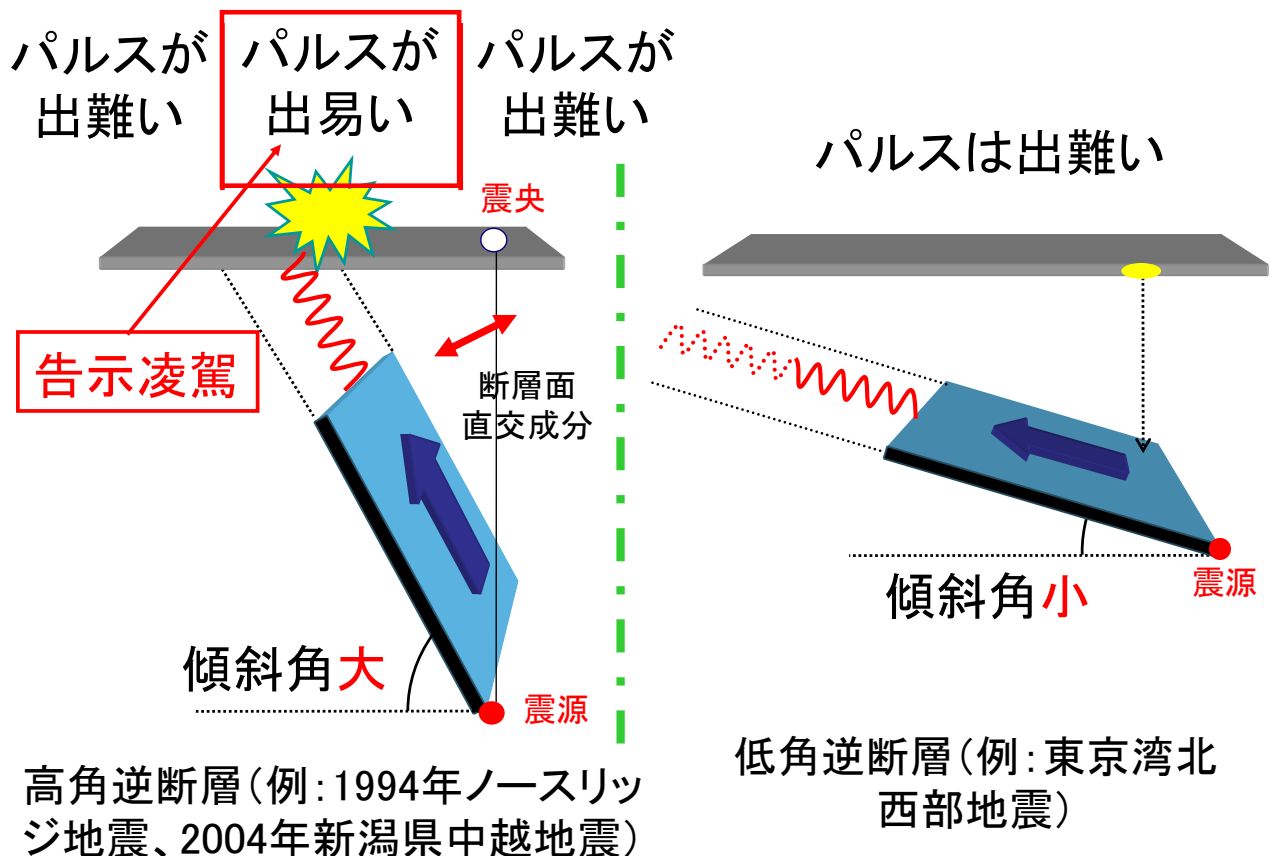
## 1995年兵庫県南部地震 木造家屋の倒壊方向



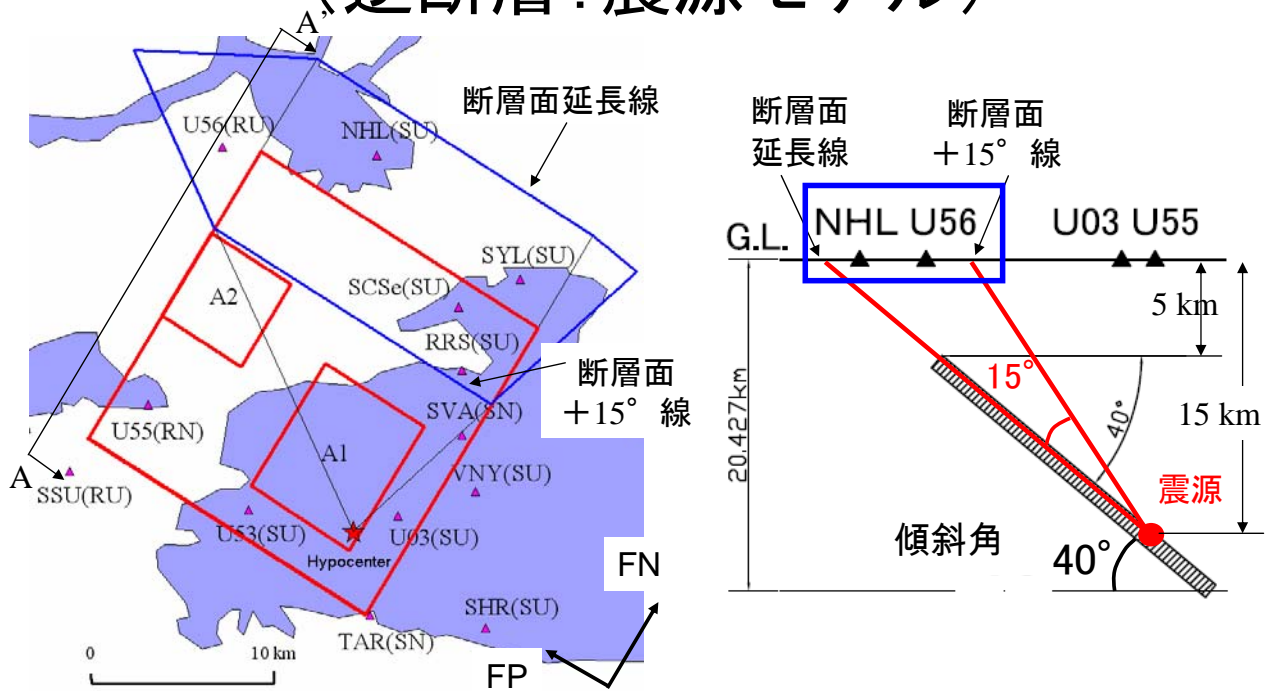
# 1995年兵庫県南部地震・神戸市で観測された強震記録の地震応答スペクトル



## 逆断層と指向性パルス

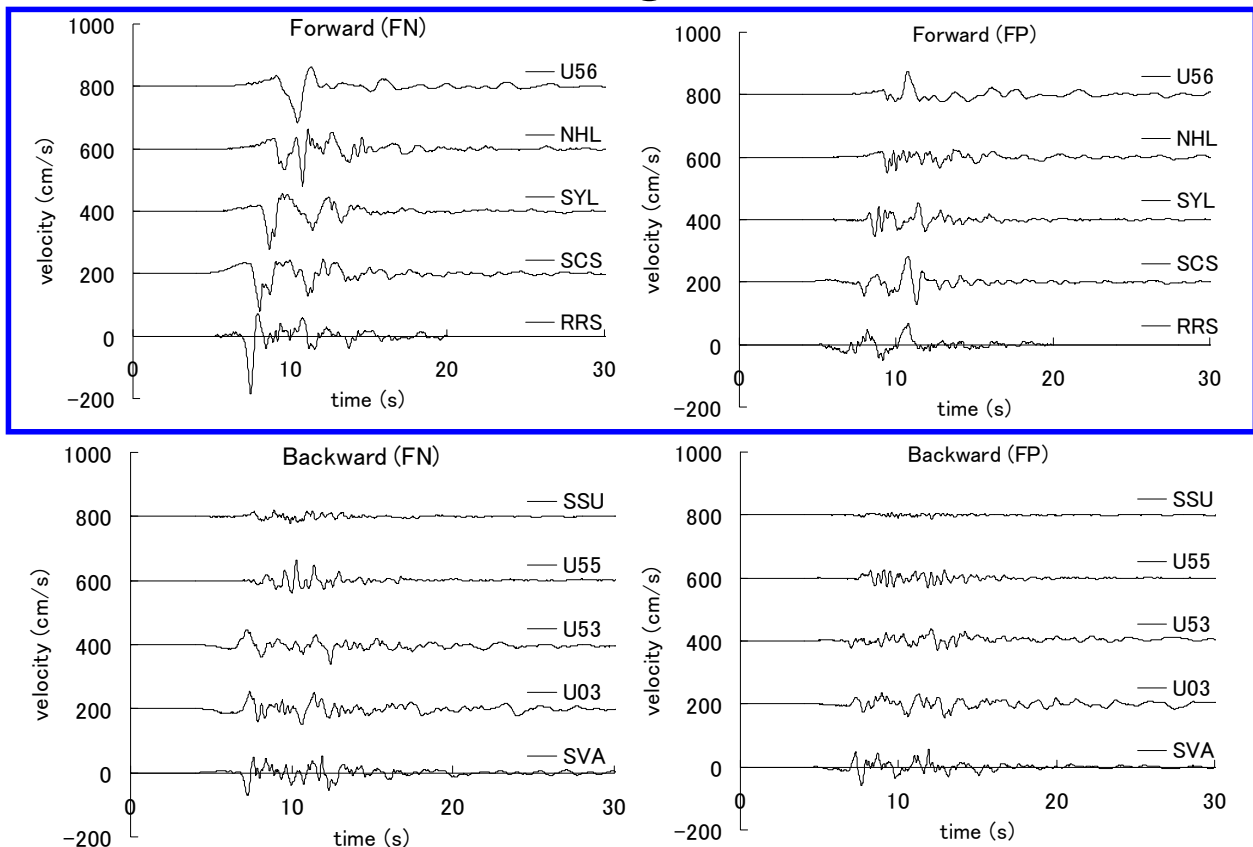


# 1994年米国・Northridge地震 (逆断層: 震源モデル)



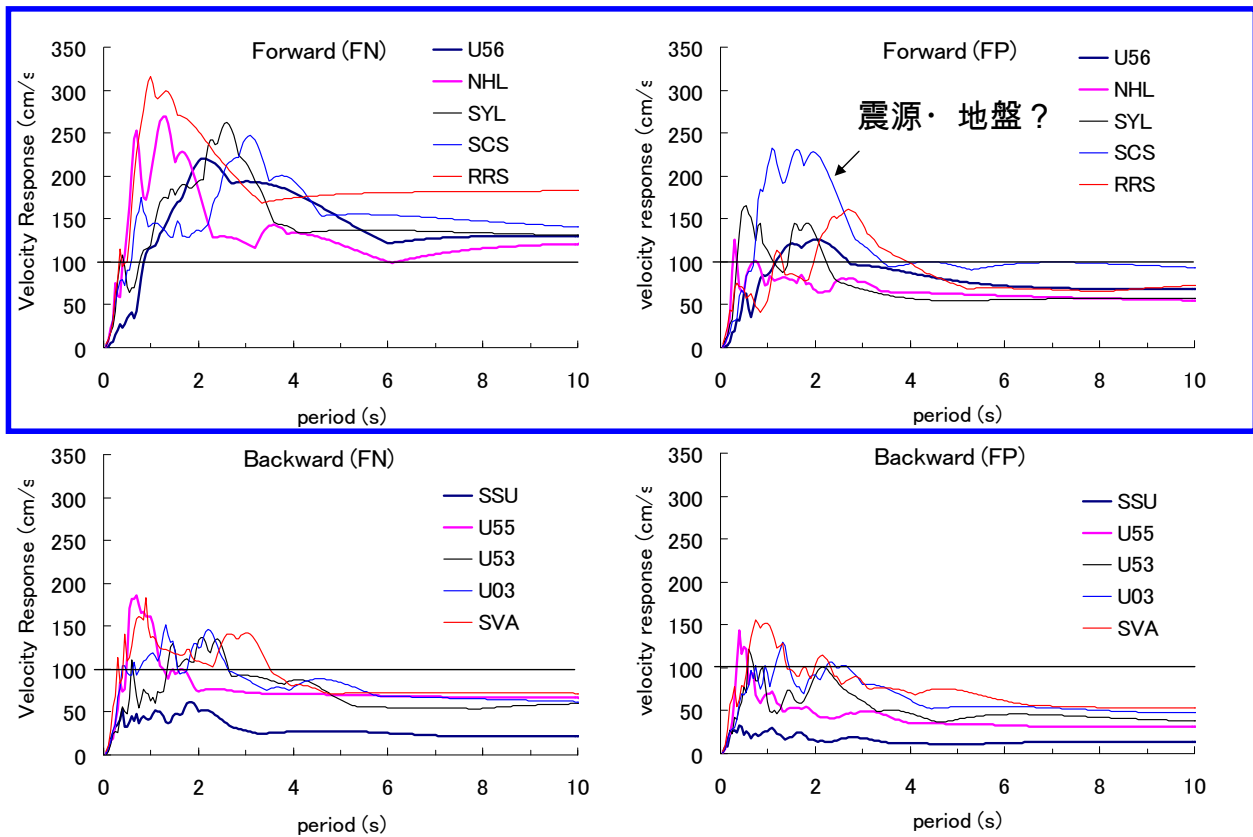
Wald ほか(1996)に震源モデル

## 1994年Northridge地震(強震動)





# 1994年Northridge地震(速度応答)



## 東京湾北西部地震(M7.3)の強震動計算

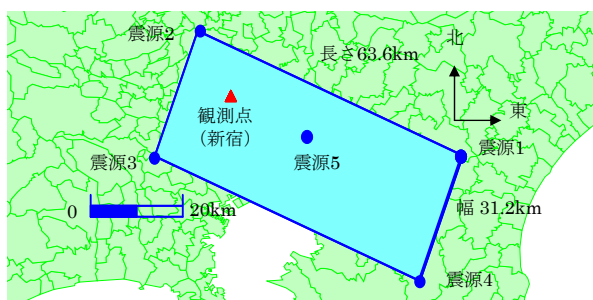
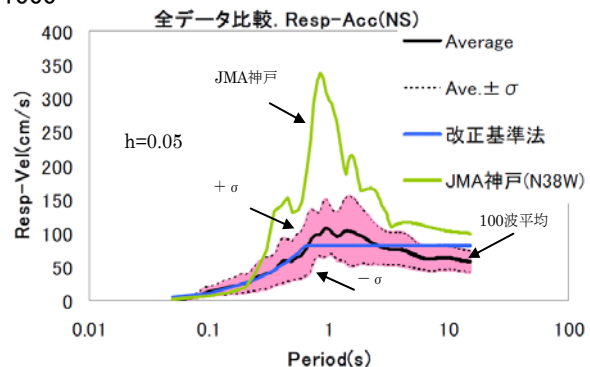
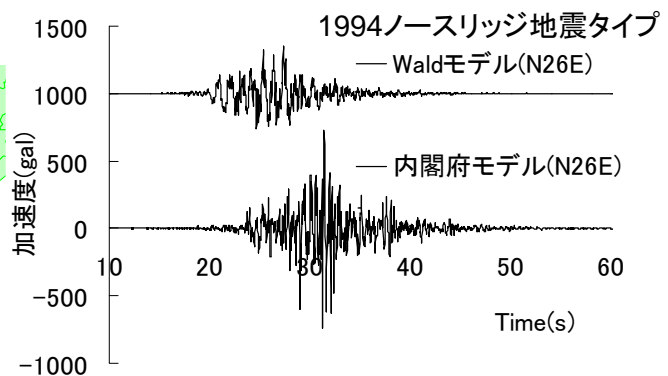


図1 断層面の投影図及び震源観測点配置図

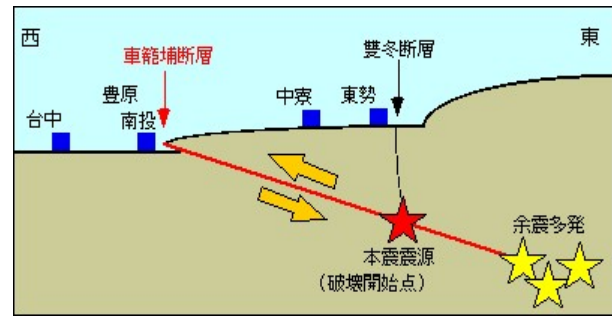
断層直交成分(N26E)  
断層傾斜角=25度  
断層平行成分(N116E)



→ 断層モデル2通り×震源5通り×応力降下量分布2通り×ランダム数5通りの計100波形の強震動計算

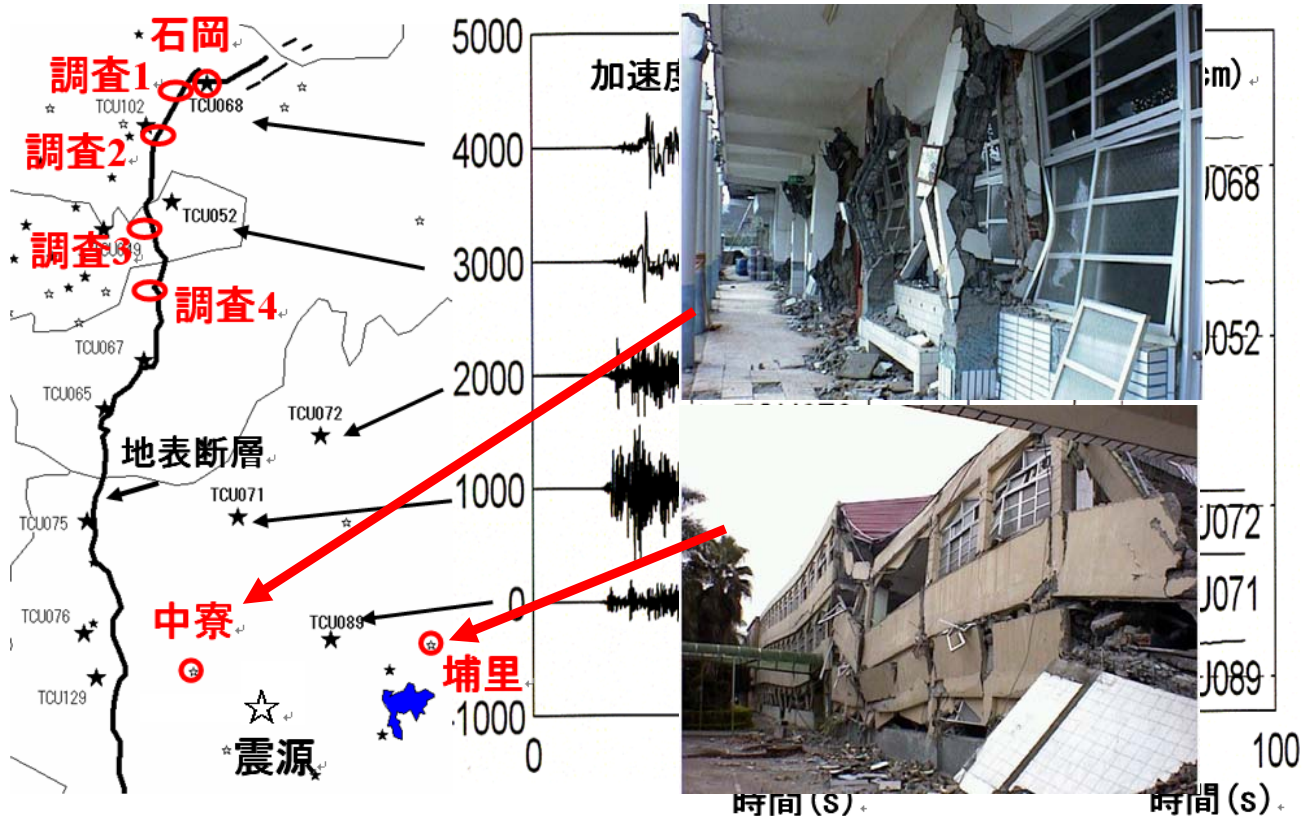
# 1999年台湾集集地震と地表断層出現

- 巨大な地表断層の出現  
→ フリングステップ



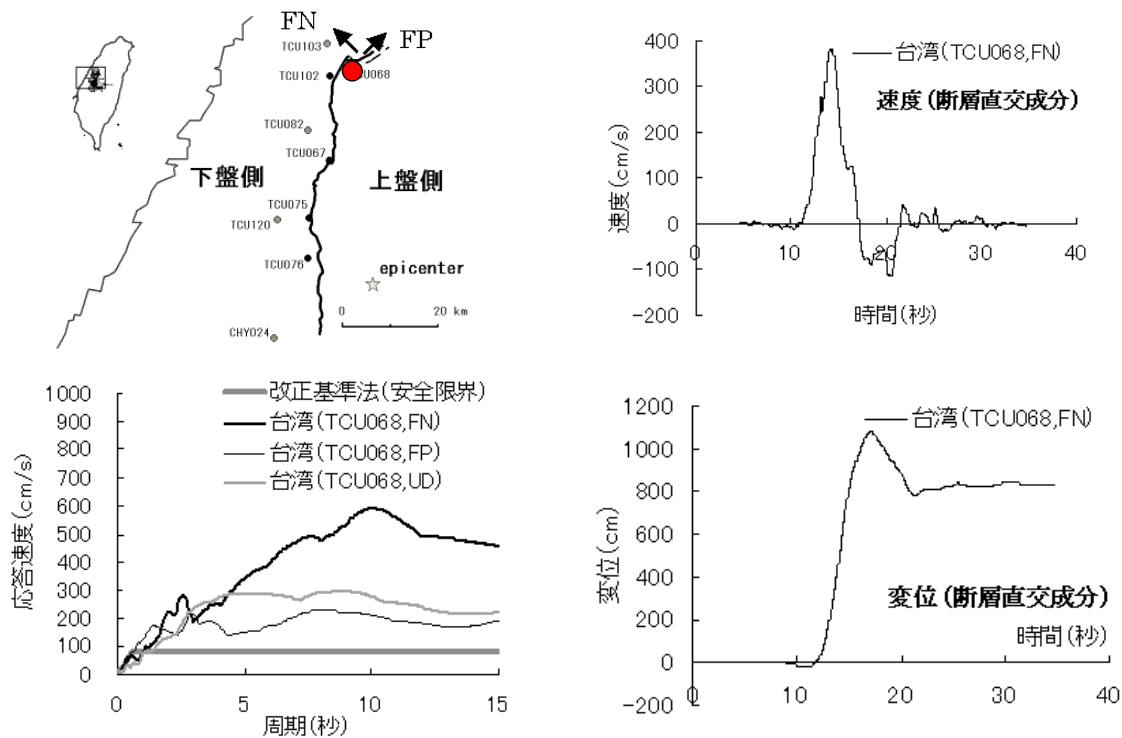
日本大学理工学部ホームページより

## 1999年台湾集集地震と観測強震動



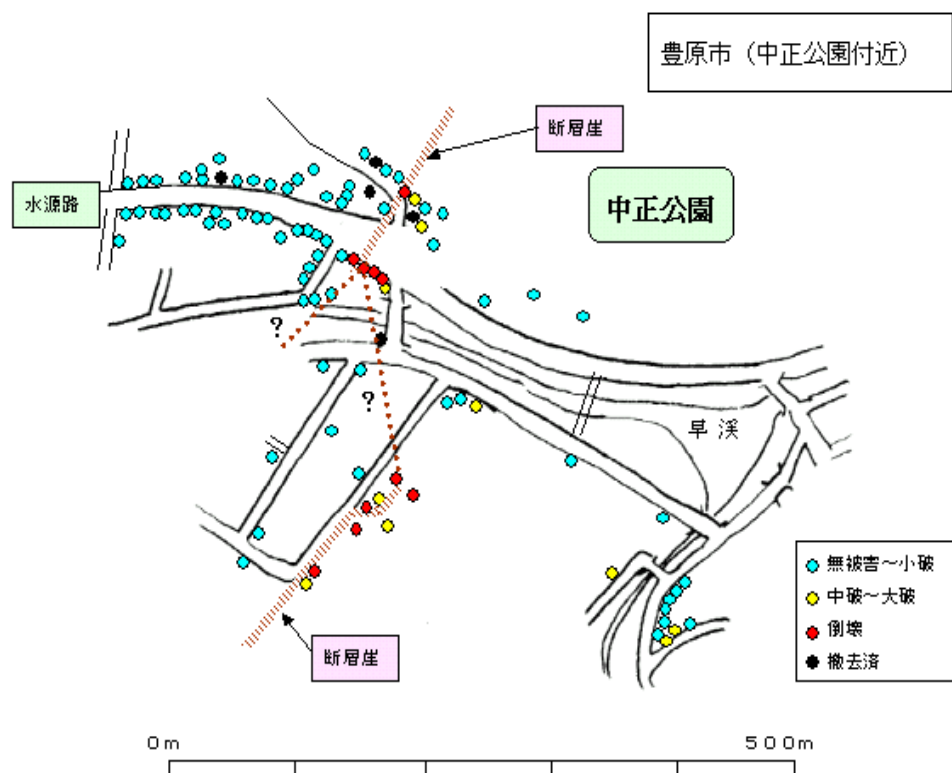
# 地表断層出現とフリングステップ

## 1999 台湾・集集地震 (逆断層・上盤側)



## 1999 台湾・集集地震

### (地表断層近傍の地震被害・全戸調査)



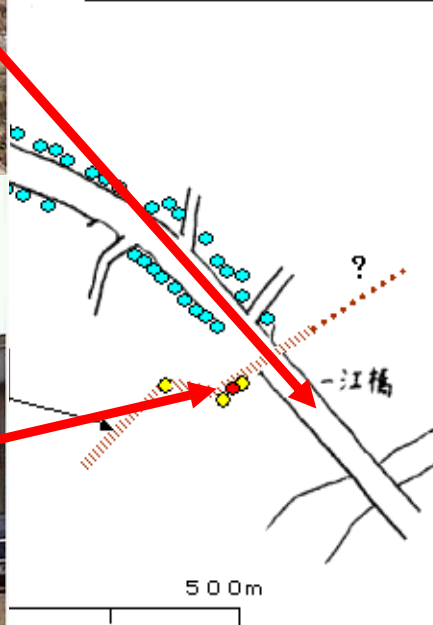




## 集集地震 (地震被害・全戸調査)



太平市西部（一江橋付近）

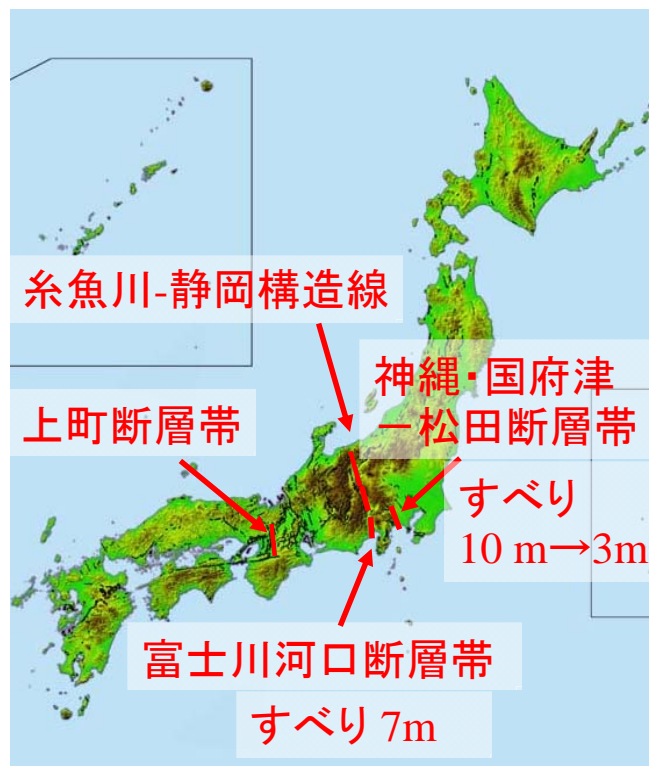




宮城県  
沖地震

南関東地震

南海・東南海・東海地震



**上町断層帯  
地震による  
揺れの分布**

揺れの最大速度  
(cm/s)

■ 160~
■ 110~160
■ 70~110
■ 40~70
■ 20~40
■ 0~20

— 活断層の位置 —

（大阪府による）

北海道新幹線、淀川、大和川。

なる。

建築基準法によると、  
60歳を超える超高層ビル  
と免震構造の建物は一棟  
ごとに、極めてまれに起  
  
きる大きな地震でも建物  
が倒壊、崩壊しないこと  
を確認する必要がある。  
  
約46㎡に及ぶ活断層の上  
町断層帯を抱える大阪府

や大阪市の高層ビルは、  
厳しい基準といわれる現  
行指針を採用し耐震設計  
されることが多かった。  
  
大阪府は06年10月に上  
町断層帯による地震で最  
大死者1万2700人に  
及ぶという被害想定を発  
表。この予測を受け、府  
と大阪市は昨年5月、学  
識経験者による「大阪府  
・大阪市構造物耐震検討  
委員会」を設置した。新  
想定に対応する耐震性を  
の進歩で計算も進化し

の安全評価などの問題  
が浮上。建築業界のメン  
バーを新たに加えて検討  
を続けることになった。  
  
新想定の数値が大きく  
なったのは、予測精度が  
上がったため。①人工地  
震による調査などで地下  
構造が詳しく判明した②  
上町断層だけでなく、

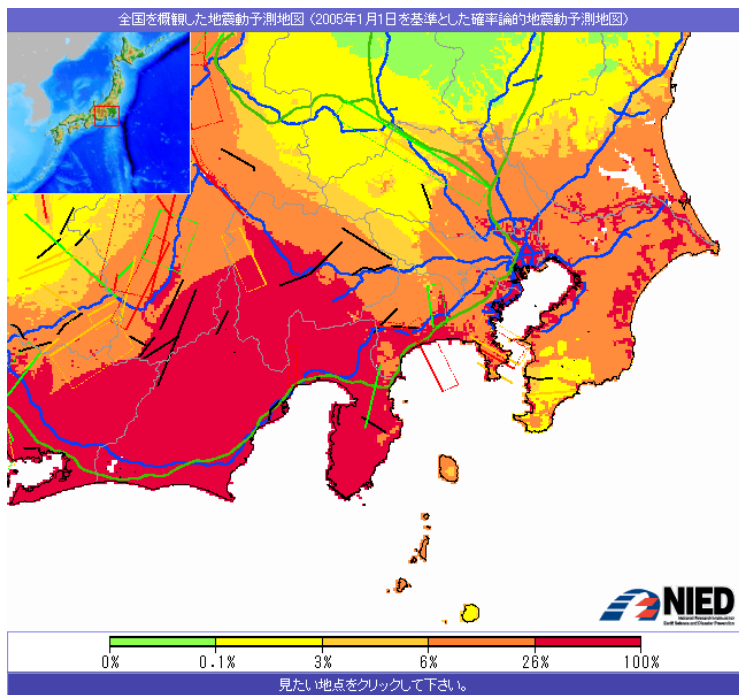
大阪直下  
上町断層  
揺れ想定5倍に  
耐震指針、改定先送り

大阪平野の市街地直下を走る上町断層帯が動いた時に起こる地震の具体的な揺れの大きさが、近年の予測精度の向上で大幅に増えたことがわかった。大阪市が97年に超高層ビルなどの耐震設計に示した現行指針の数字に比べて、最大で約5倍、阪神大震災で観測された実測値の2倍以上の激しい揺れに相当する。府と大阪市は共同で、検討委員会を設置して今年度末をめどに耐震設計に利用する新指針の策定を進めていたが、影響が大きく、08年度に検討を持ち越すことになった。

新しい揺れの想定は、現行指針より大幅に大きくなる。毎秒74・5センチだった最大速度は約5倍の毎秒368センチ。最大加速度では262ガルが、約6倍の1614ガルに



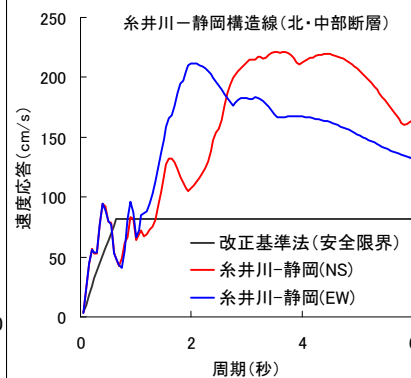
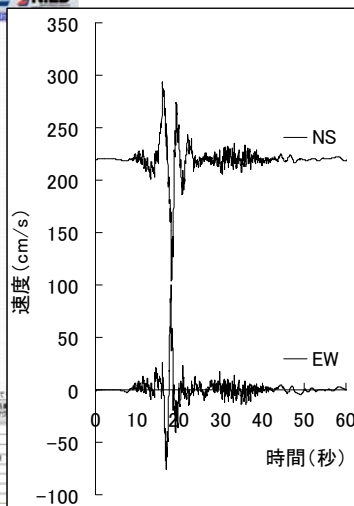
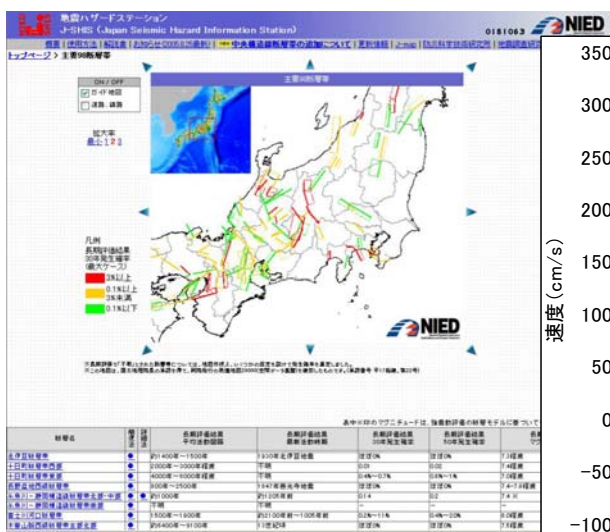
全国を概観した地震動予測値図  
: 地震危険度マップ(1 kmサイズ)



- ・プレート境界地震、活断層などの震源の発生確率、地盤増幅の影響を考慮
- ・震度(地震動の強さ)・考慮期間・確率の関係情報を表示
- ・地震波形もダウンロード可能

全ての地震を考慮し、30年以内に震度6弱以上の地震動が発生する確率

## 強震動予測と入力地震動 : 地震動予測値図の公開(例: JSHS)



## 主要98断層の強震動予測波形

糸井川一静岡構造線  
(北・中部)の速度波形例

## 速度応答スペクトル

# 震源近傍における強震動(まとめ)

## 1)ランダム位相波(エルセントロ波・告示波)

告示波レベル(短周期が卓越、継続時間はほぼ震源の破壊時間)→免震が有効

## 2)指向性パルス(神戸波・ノースリッジ波)

M7以下では通常、断層破壊の進行方向、断層面の直交成分に現れる破壊力が非常に大きいキラパルス。震源アスペリティーより発生→M7以下では免震は有効、M7以上は？

## 3)フリングステップ(台湾波・ランダース波)

地表断層のごく近傍における長周期で卓越する断層すべり→耐震が有効。変形対策が必要

# 波数積分法による強震動計算

- ・ 強震動地震学における理論的手法(文献1)
- ・ 表現定理とグリーン関数(文献1、2)
- ・ 波数積分法: 平行成層地盤におけるグリーン関数(文献2)  
→高振動数でも計算可能→統計的震源モデルに適用(文献3)
- ・ 震源特性: 指向性効果、地表断層効果(文献1)
- ・ 伝播・サイト特性: 実体波と表面波の伝播・増幅(文献1)
- ・ 計算事例の紹介(文献1)

## 計算コード・データのダウンロード

<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/> → Open Dataへクリック

## 参考文献

- 1) 久田嘉章、地盤震動－現象と理論－、第4章 成層地盤の解析手法(分担)、日本建築学会、84-102、2005
- 2) 久田嘉章、建築の振動: 応用編、6章 地震と地震動(分担)、80-140、朝倉書店、2008
- 3) Hisada, Y., Broadband strong motion simulation in layered half-space using stochastic Green's function technique, Journal of Seismology, Vol.12, No.2, 265-279、2008

# フーリエ変換

## 強震動地震学における 定式は振動数領域で行なう

フーリエ変換 
$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{+i\omega t} dt$$

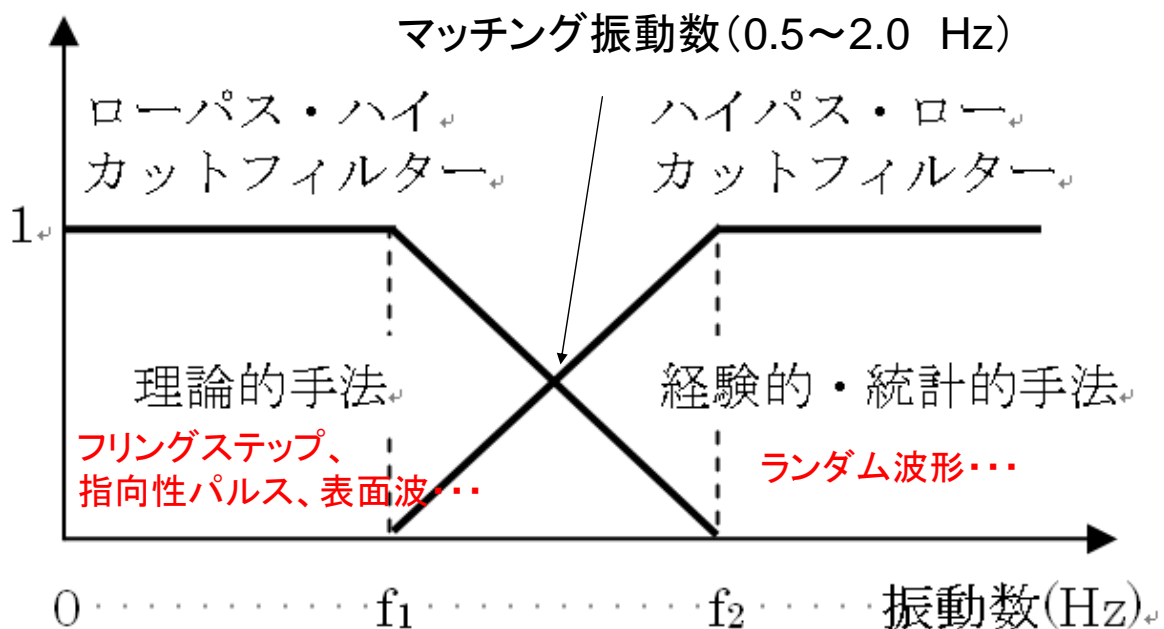
フーリエ逆変換 
$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{-i\omega t} d\omega$$

注意：工学におけるフーリエ変換の定義とは  
指数部の符号が逆！

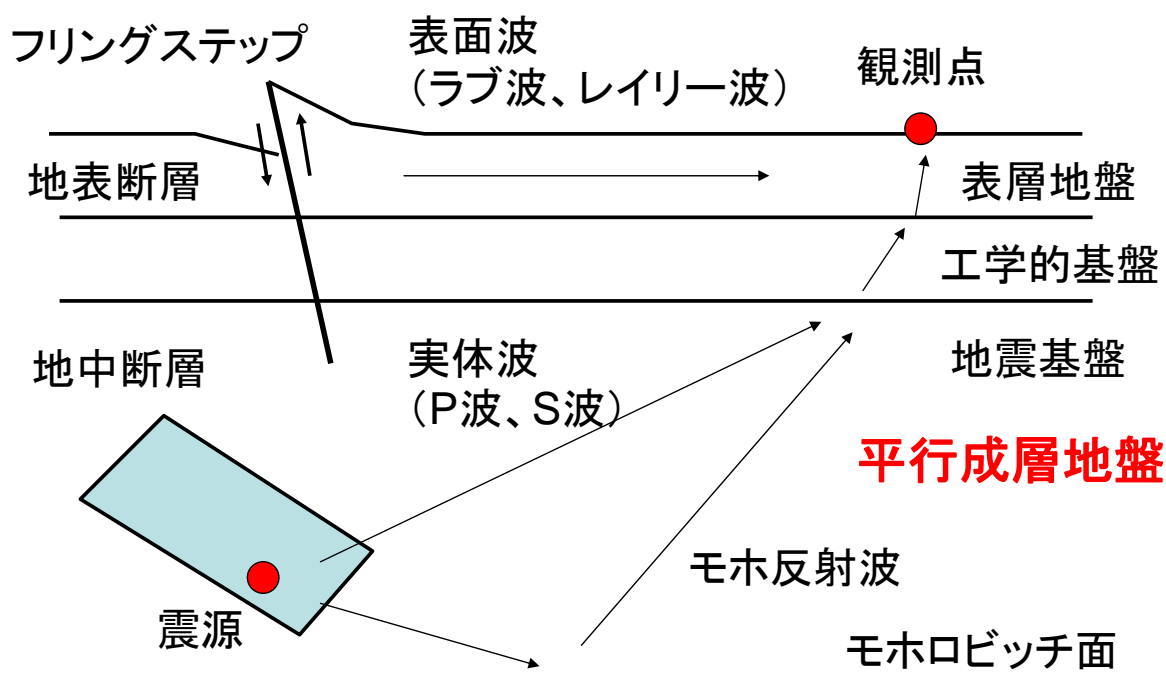
## 強震動計算 → ハイブリッド手法

低振動数：理論的手法→波数積分法、差分法など

高振動数：経験的・統計的手法→統計的グリーン関数法など



# 波数積分法で扱える震源・地盤モデル

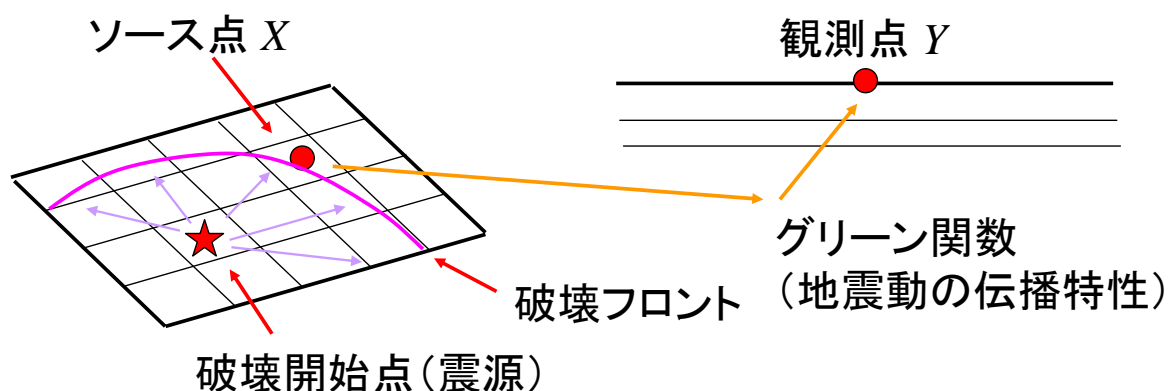


# 強震動計算の基礎式(表現定理)

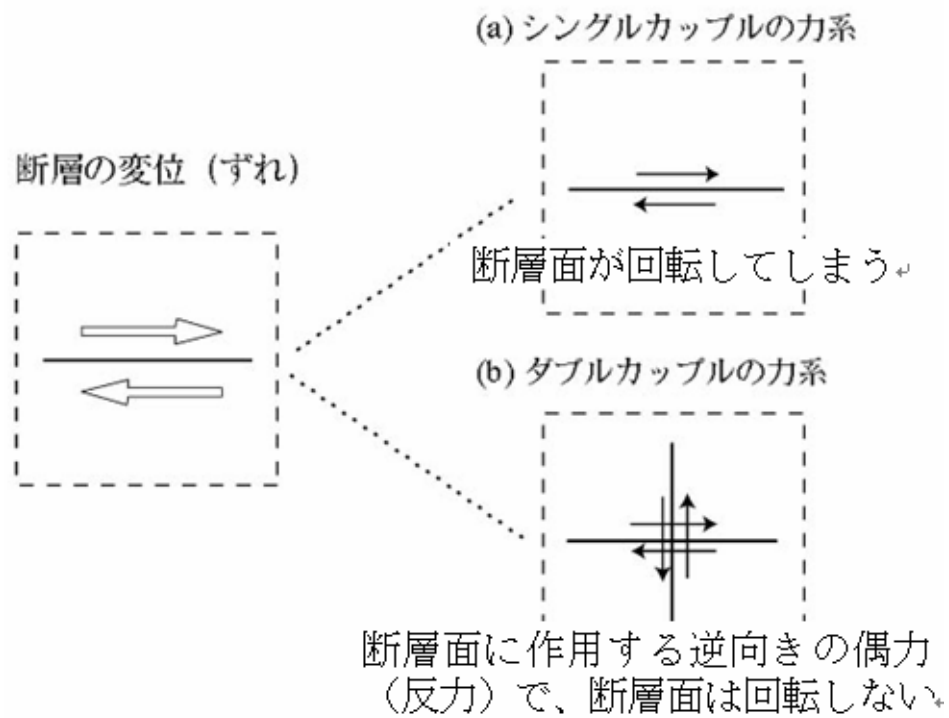
## 表現定理(面震源による強震動の計算式)

$$U_k(Y; \omega) = \int_{\Sigma} T_{ik}(X, Y; \omega) [D_i(X; \omega)] d\Sigma$$

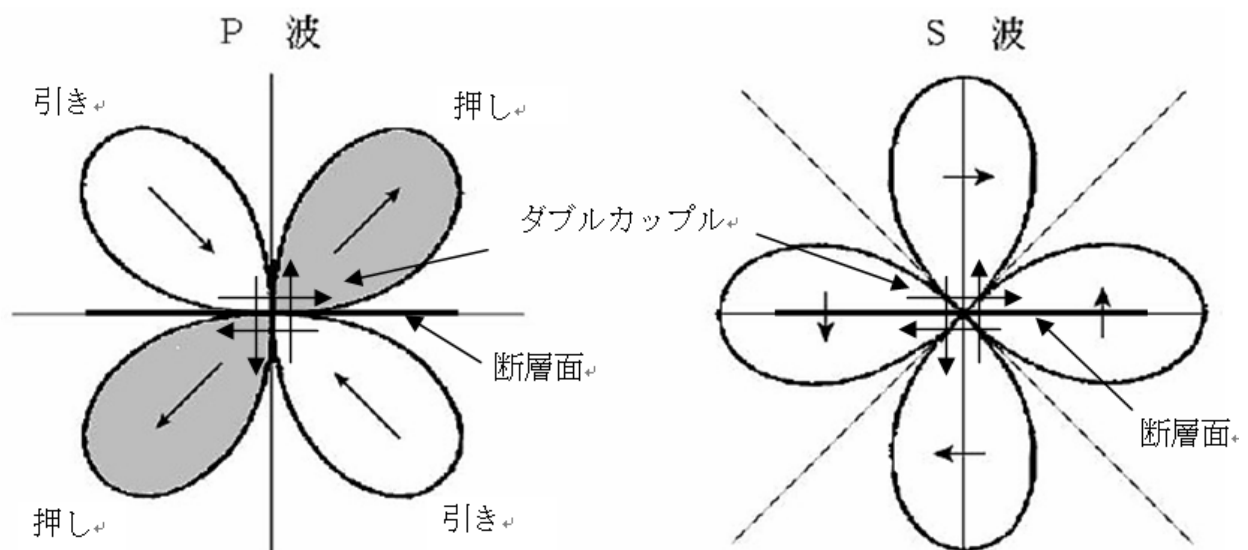
観測点  $Y$  の変位解      グリーン関数      ソース点  $X$  のダブルカップル震源・すべり関数



# 震源特性： 点震源（ダブルカップル震源）

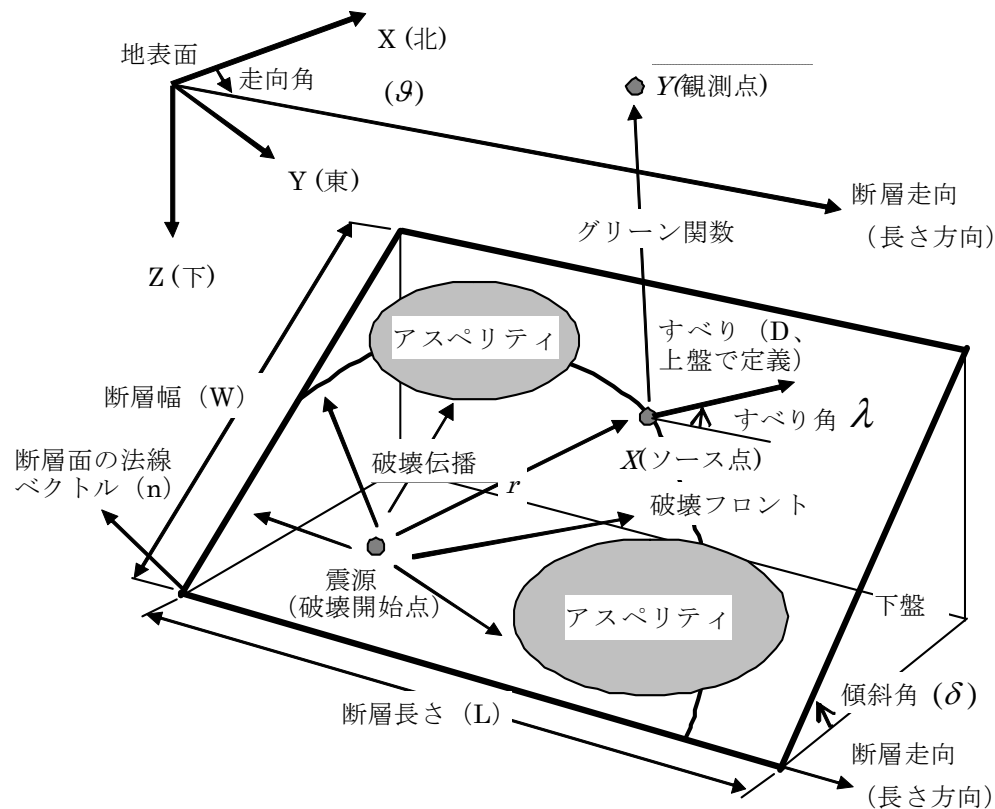


## 点震源（ラディエーションパターン）

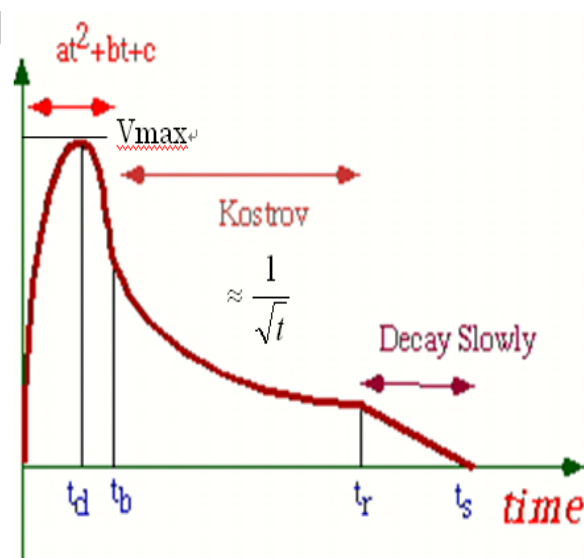




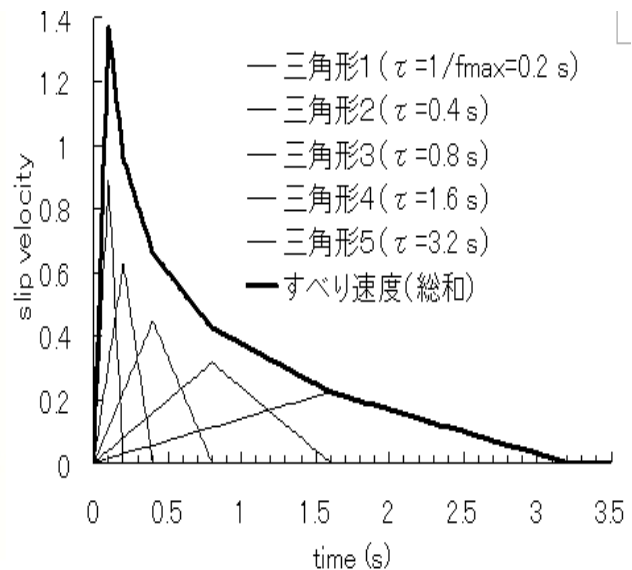
# 面震源モデルと震源パラメータ



## 擬似動力学的すべり速度関数



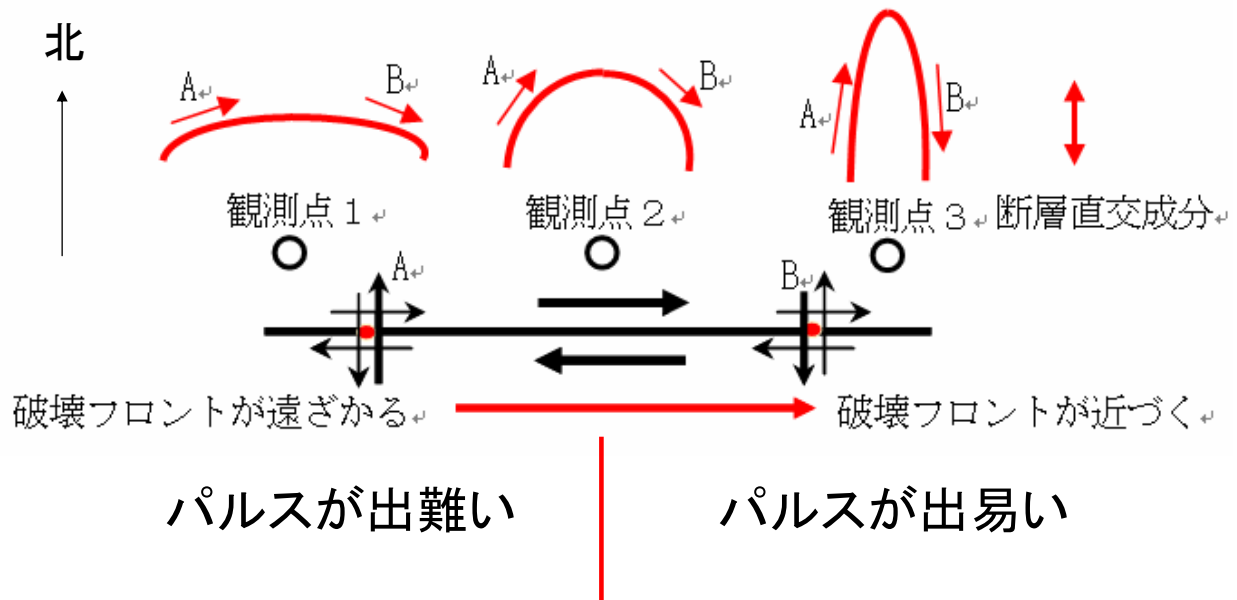
(a) 宮武・中村による関数 (2000)



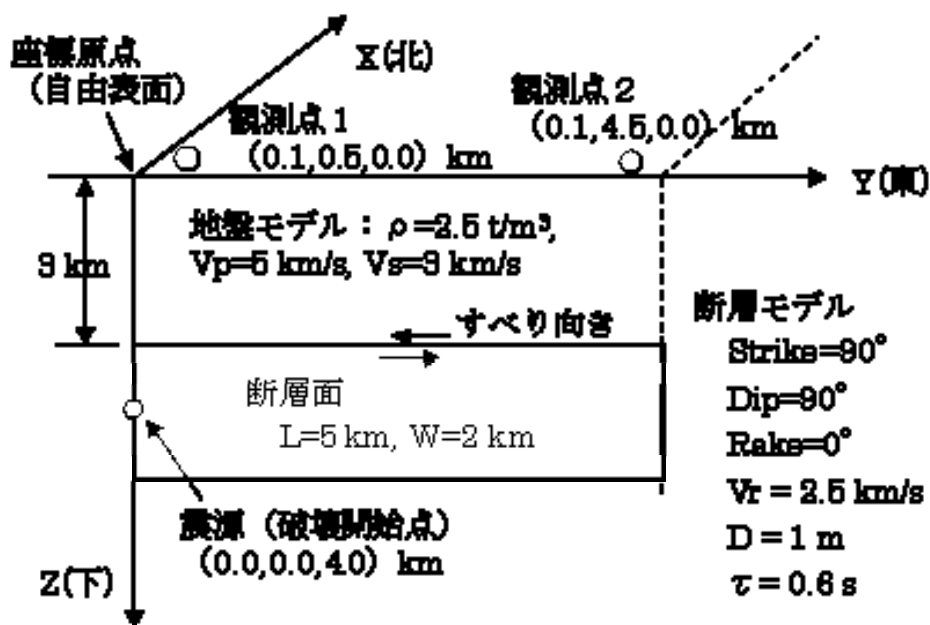
(b) Hisada による関数 (2000, 2001)

# 震源特性：震源近傍の強震動 ランダム波と指向性パルスの成因

## • 横ずれ断層



## 震源特性の計算例 地中断層における指向性効果



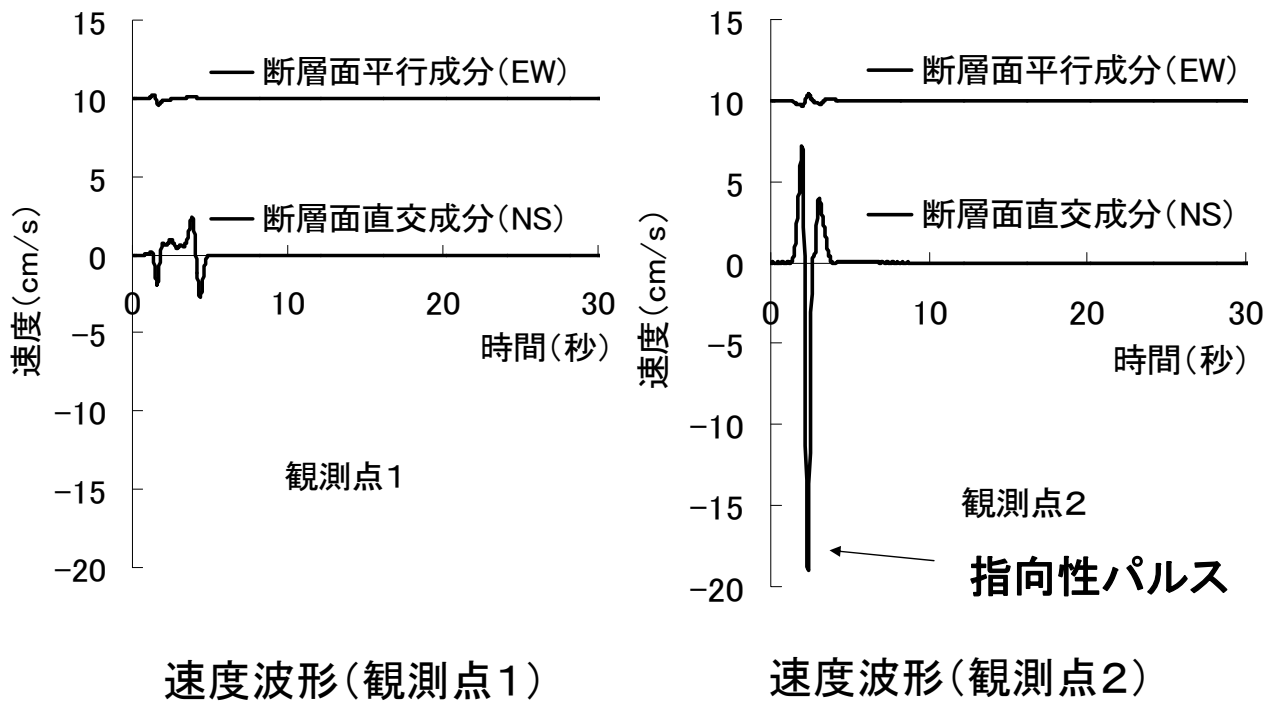
地盤は半無限一様地盤

断層面を $5 \times 2 = 10$ の小断層に分割

各小断層で $3 \times 3 = 9$ 点のガウス面積分を実施(滑らかな破壊伝播を再現)

# 震源特性の計算例

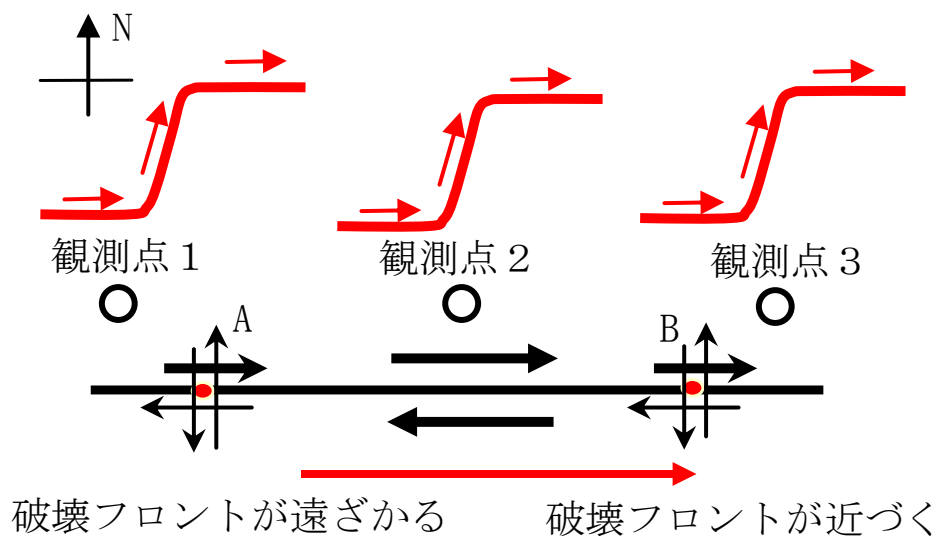
## 地中断層における指向性効果



## 震源特性：震源近傍の強震動

### 地表断層とフリングステップ

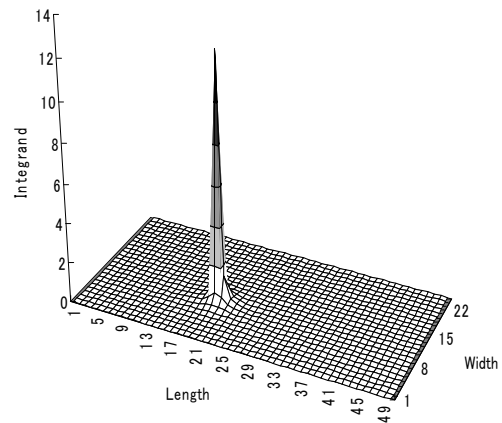
- 横ずれ断層



# 断層面ごく近傍における表示定理の 断層面積分の特異点の扱い

$$U_k(Y; \omega) = \int_{\Sigma} T_{ik}^D(X, Y; \omega) [D_i(X; \omega)] d\Sigma$$

- 観測点が断層面近傍にある時、グリーン関数が $1/r^2$ に近いオーダーで発散
- 発散点近傍に多数のグリーン関数を分布させる必要
- 動的な成層地盤では多大な計算時間
- 特異性は静的項に起因



グリーン関数の断層面分布  
→ 静的項で発散

## 断層面近傍における強震動計算 (表示定理)

### 表示定理(オリジナル)

$$U_k(Y; \omega) = \int_{\Sigma} T_{ik}(X, Y; \omega) [D_i(X; \omega)] d\Sigma$$

### 修正表示定理(Hisada and Bielak, 2002)

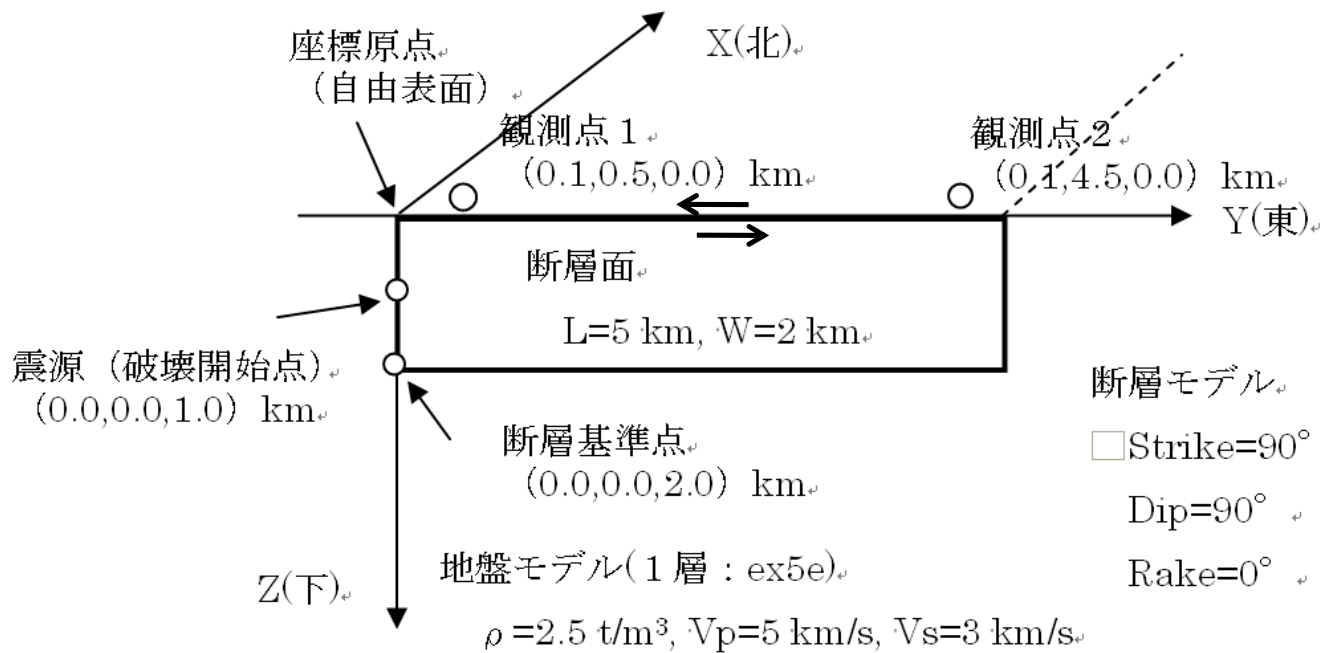
$$U_k(Y; \omega) = \int_{\Sigma} \{T_{ik}(X, Y; \omega) - T_{ik}^S(X, Y)\} [D_i(X; \omega)] d\Sigma \\ + \int_{\Sigma} T_{ik}^S(X, Y) [D_i(X; \omega)] d\Sigma$$

$T_{ik}$  : 動的グリーン関数 → 幾何減衰:  $1/r \sim 1/\sqrt{r}$  → パルス波

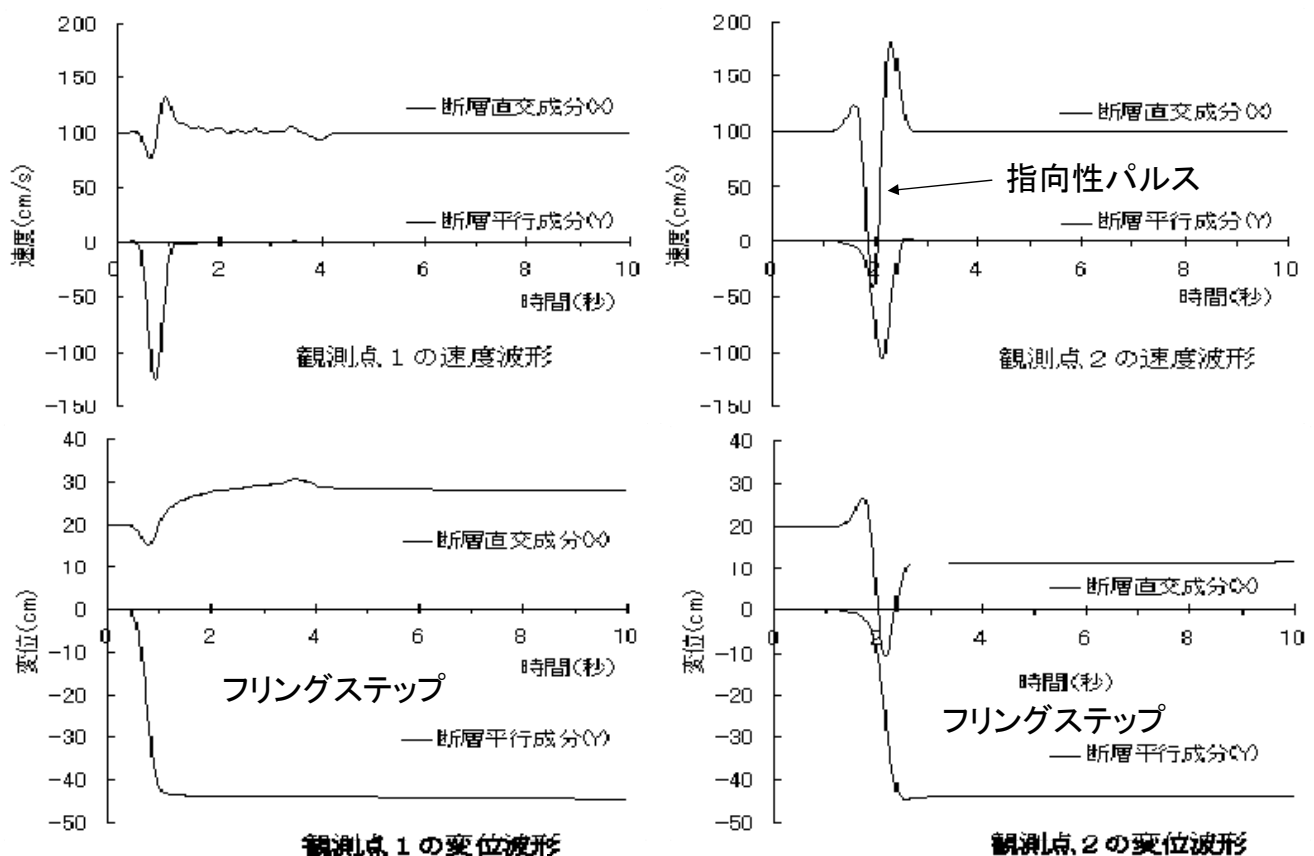
$T_{ik}^S$  : 静的グリーン関数 → 幾何減衰:  $1/r^2$  → Fling Step

# 震源特性の計算例

## 地表断層によるフリングステップ



## 震源特性の計算例 (フリングステップ)



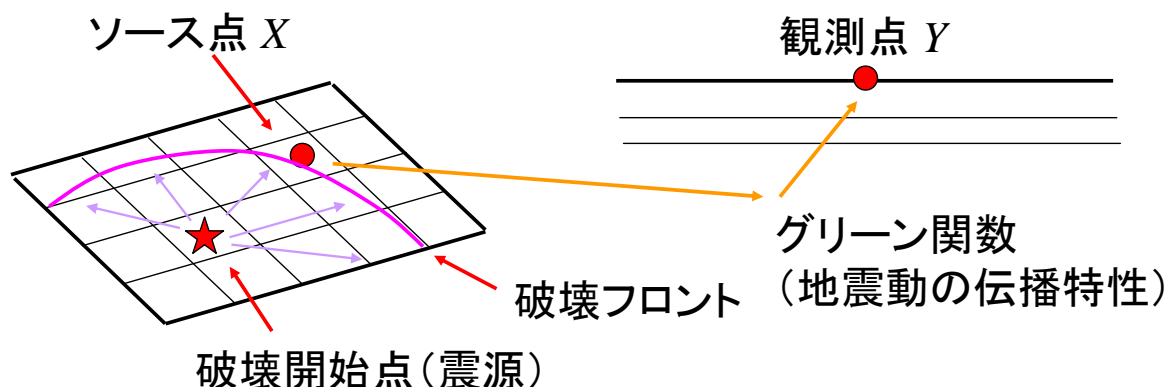


# 強震動計算の基礎式(表現定理)

## 表現定理(面震源による強震動の計算式)

$$U_k(Y; \omega) = \int_{\Sigma} T_{ik}(X, Y; \omega) [D_i(X; \omega)] d\Sigma$$

観測点  $Y$  の変位解      **グリーン関数**      ソース点  $X$  のダブルカップル震源・すべり関数



## 平行成層地盤のグリーン関数 (伝播・サイト特性)

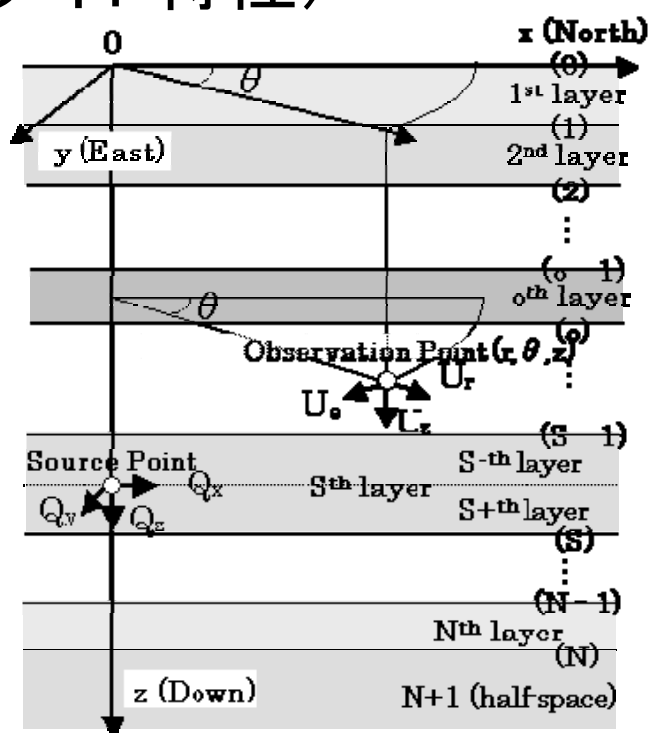
### ○伝達マトリックス法

- ・古典: Haskellのマトリックス法

→ 高振動数で発散

- ・現在: R/Tマトリックス法 (Kennett, Luco and Apselなど)

→ 高振動数で安定



# 平行成層地盤のグリーン関数 (波数積分法: フーリエ・ベッセル変換より)

$$U_{r(x)}^o(r, \theta, z; h) = \int_0^\infty \left\{ V_{1(x)}^o(z; h) \frac{dJ_1(kr)}{dkr} + H_{1(x)}^o(z; h) \frac{J_1(kr)}{kr} \right\} dk \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix}$$

$$U_{rz}^o(r, \theta, z; h) = - \int_0^\infty \{ V_{1z}^o(z; h) J_1(kr) \} dk$$

$$U_{\theta(x)}^o(r, \theta, z; h) = \begin{pmatrix} - \\ + \end{pmatrix} \int_0^\infty \left\{ V_{1(x)}^o(z; h) \frac{J_1(kr)}{kr} + H_{1(x)}^o(z; h) \frac{dJ_1(kr)}{dkr} \right\} dk \begin{pmatrix} \sin \theta \\ \cos \theta \end{pmatrix}$$

震源の加振向き

観測点の振動向き

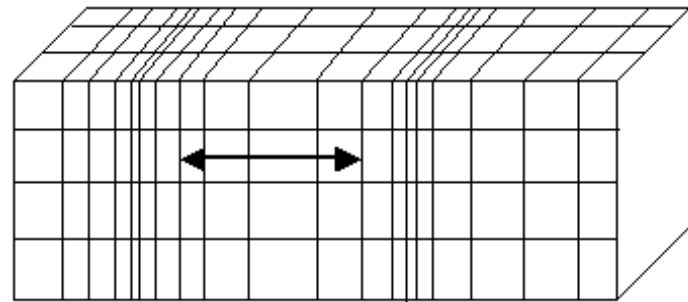
深さ方向の振幅 (SH波)  
(P-SV波)

ベッセル関数

波数  
=  $\omega / C$

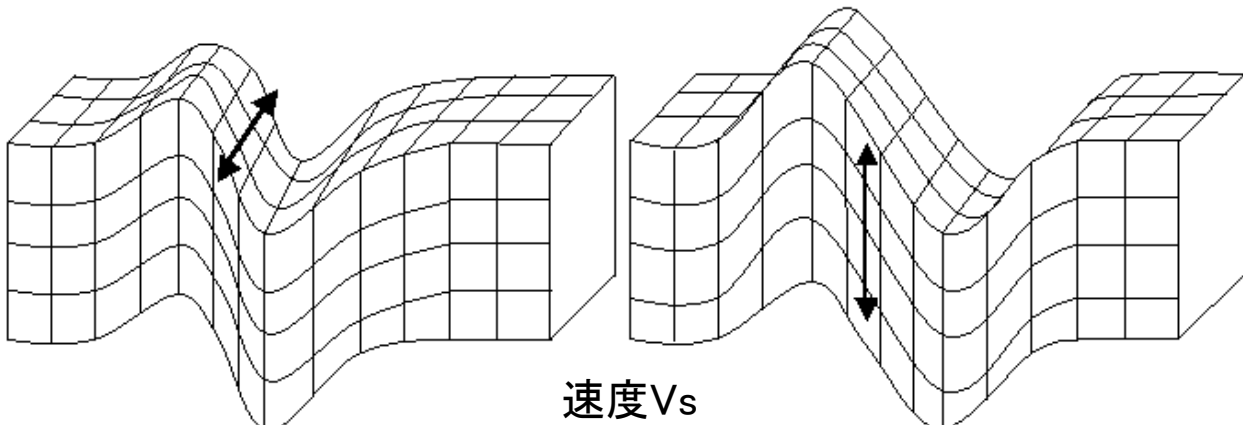
波数軸上で関数値が発散する極が表面波、分岐点は実体波に対応

## 実体波



速度  $V_p$

P波



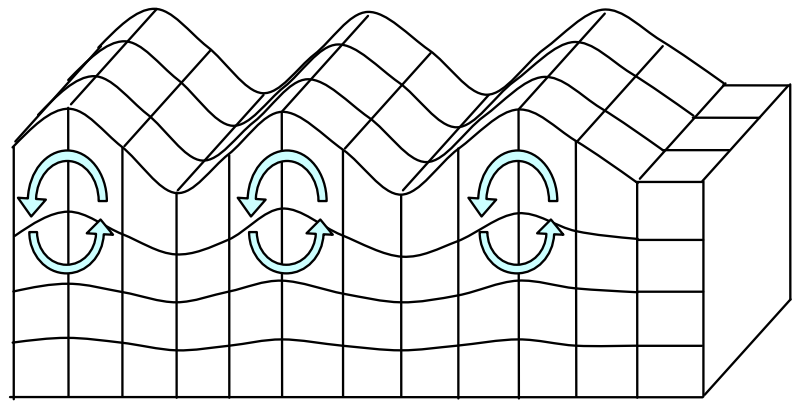
速度  $V_s$

SH(Horizontal)波

SV(Vertical)波

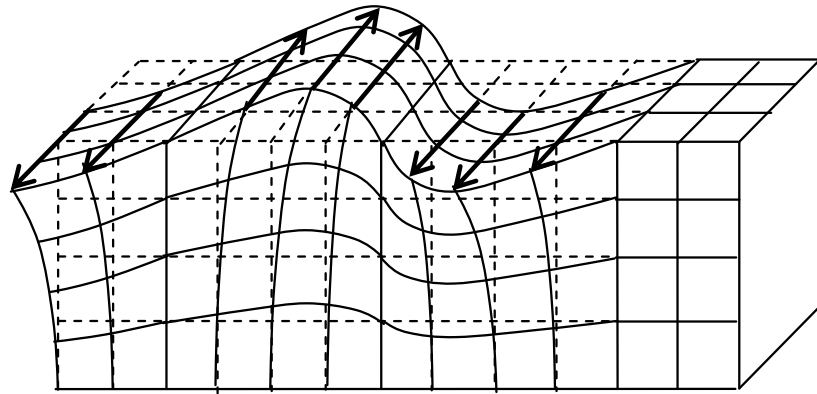
# 表面波

速度  
位相速度 (C)  
→ 波形の山谷



Rayleigh wave

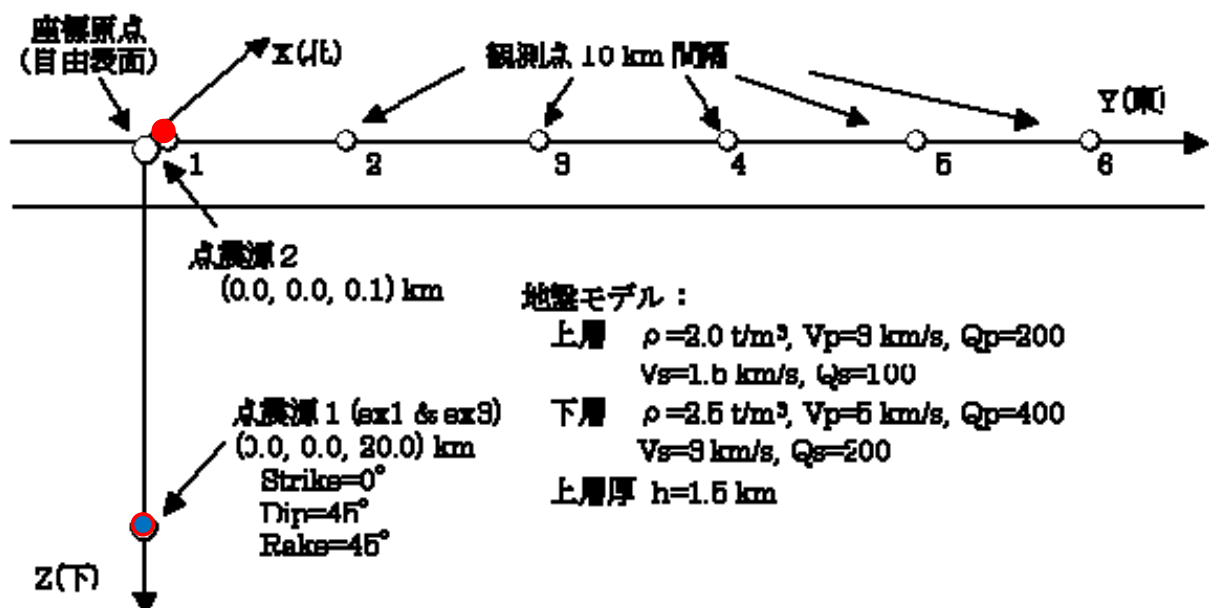
群速度 (U)  
→ 波群 (エネルギー) の速度



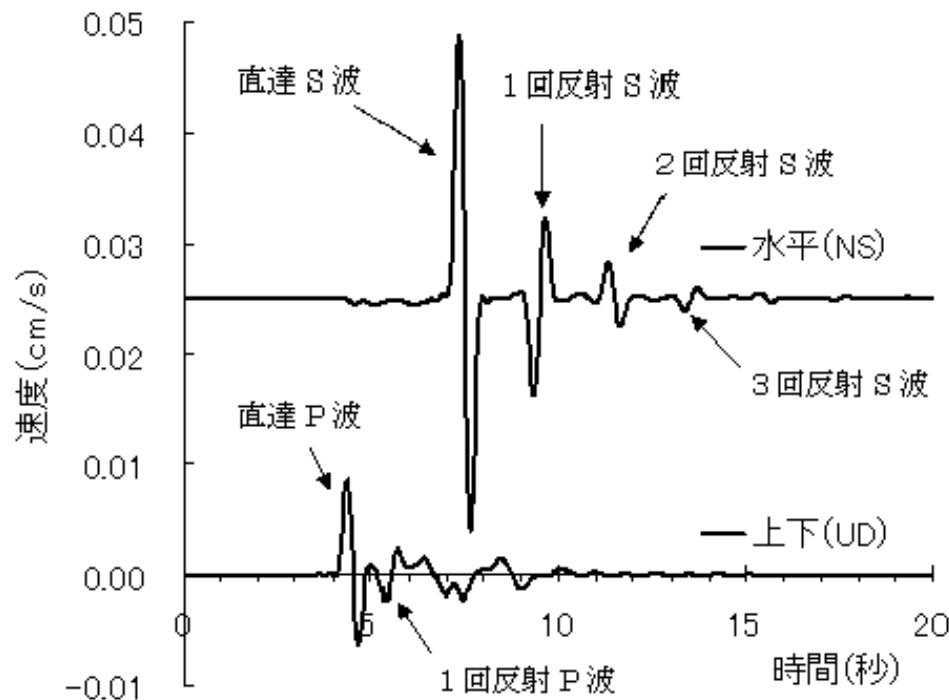
Love Wave

常に  
 $C \geq U$

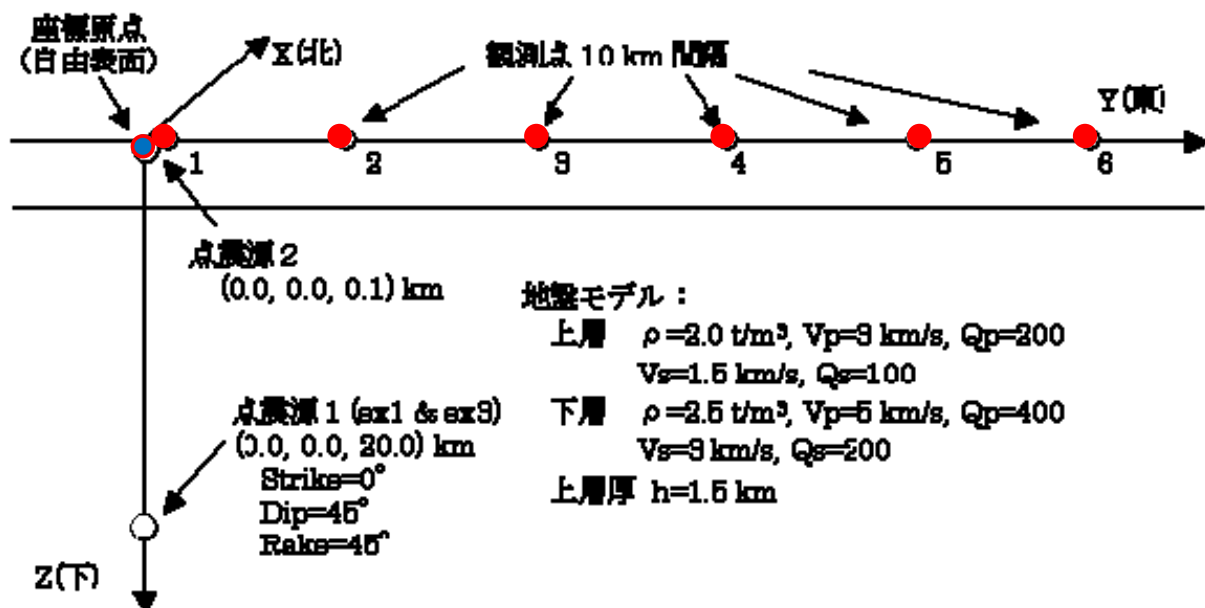
## 実体波と表面波の計算 (2層地盤の例)



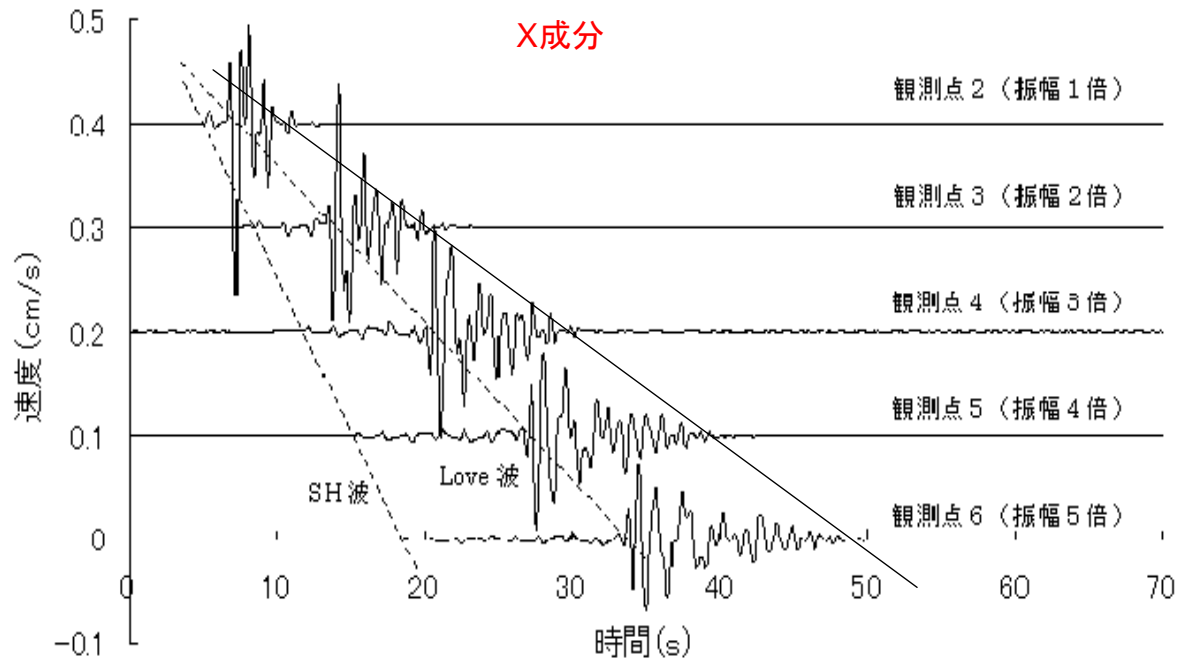
# 実体波と重複反射波 (震源1と観測点1)



# 実体波と表面波の計算 (2層地盤の例)

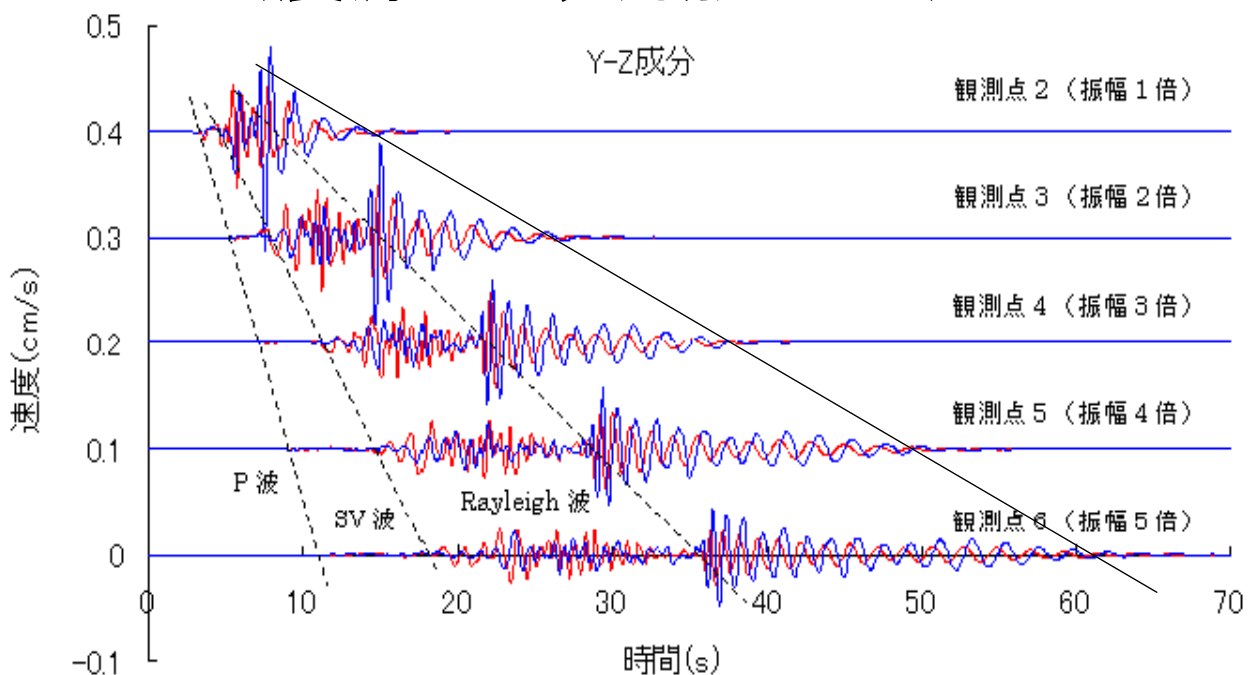


# SH波とラブ波の伝播 (震源2と観測点2～6)



表面波: 距離とともに波形がバラバラになる→分散

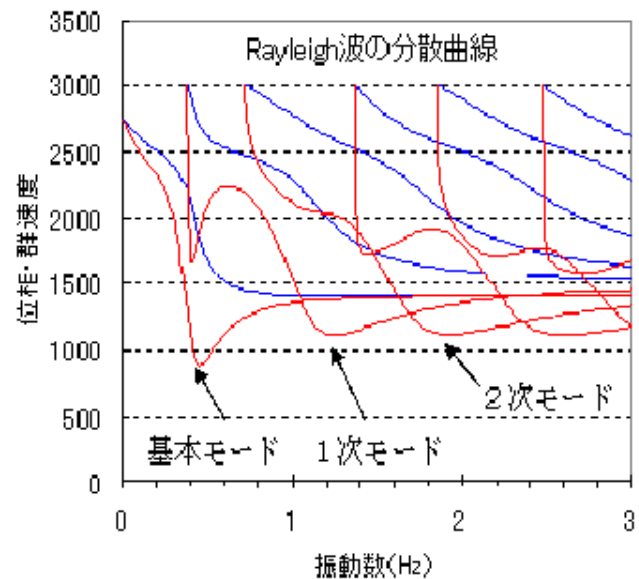
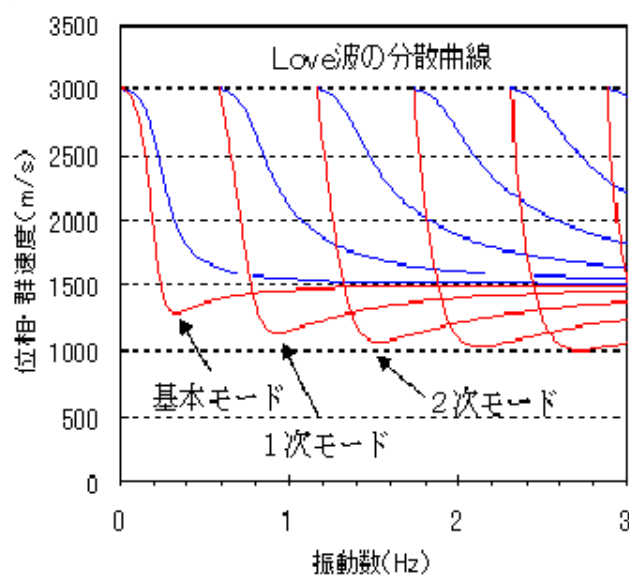
# P・SV波とレイリー波の伝播 (震源2と観測点2～6)



表面波: 距離とともに波形がバラバラになる→分散

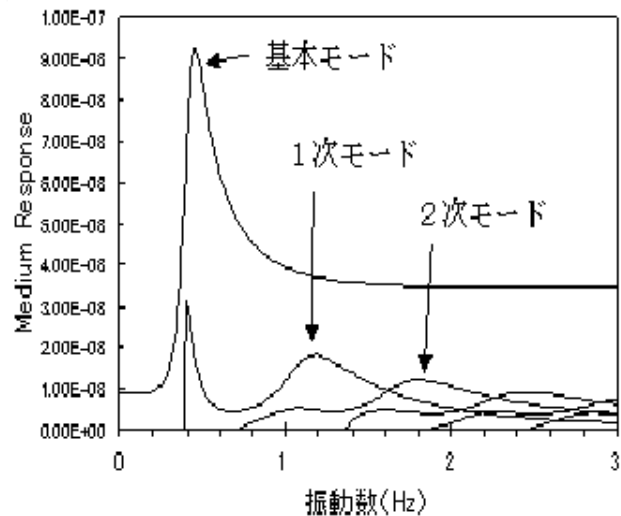
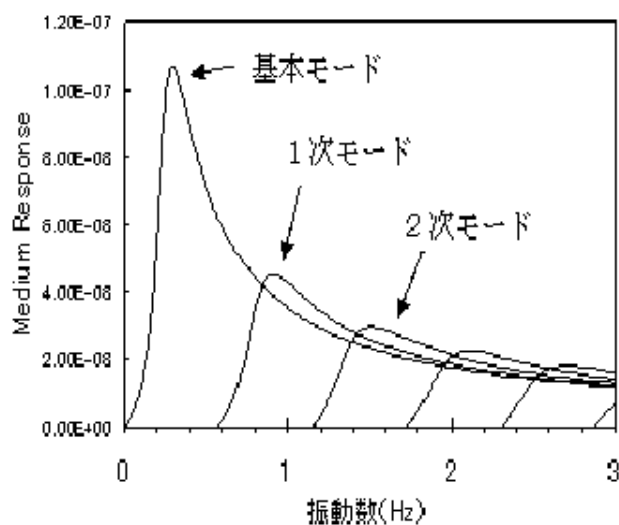


# 分散曲線 (モードと周期と位相速度・群速度)



単純な2層地盤(基盤と表層)の例

## 表面波の卓越振動数



ラブ波のミディアムレスポンス

レイリー波のミディアムレスポンス

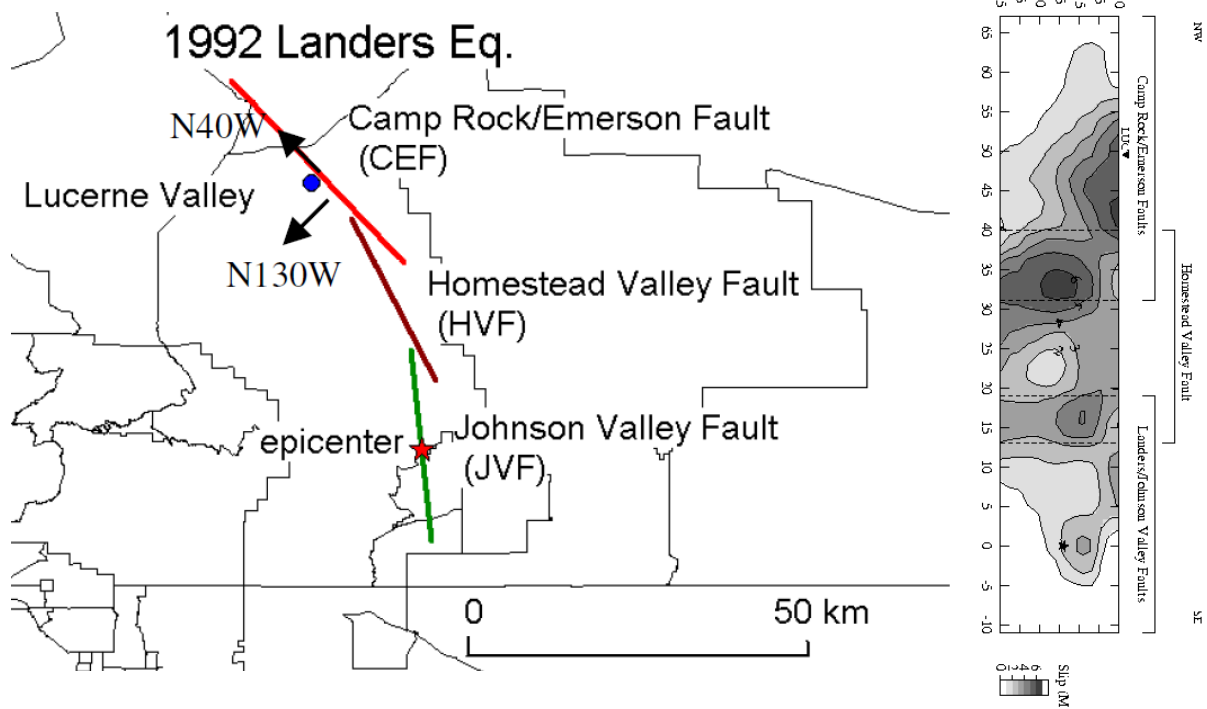
# 波数積分法による強震動計算 公開計算コード(Fortran)

## ○主な特徴

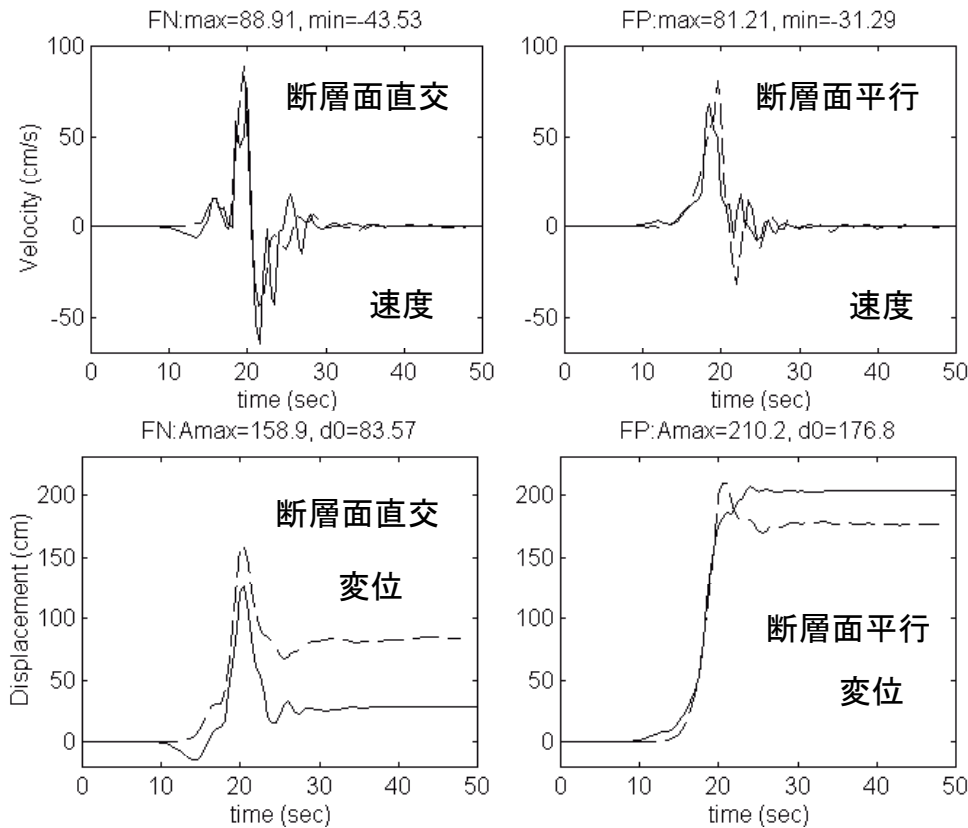
- ・ 伝達マトリックス: R/Tマトリックス (Luco & Apsel)  
→ 高振動数まで安定して計算
- ・ 表面波の位相速度(極)を事前に計算(群速度・分散曲線・変位応力ベクトル・**H/V**スペクトル・Medium Responseも計算・・)
- ・ 振動数依存のQ値を導入可能
- ・ すべり速度関数: 二等辺三角形の重ね合せでどんな形状にも対応
- ・ 断層面積分: 小断層でガウス積分( $1 \times 1 \sim 6 \times 6$ 点)
- ・ 地表断層によるフリングステップ(静的項)も計算
- ・ 破壊フロントにランダムな乱れを導入可能

## 計算事例紹介: 1992年Landers地震 Wald and Heatonのモデル(1994)

文献: Hisada, Y, and J. Bielak, Effects of Sedimentary Layers on Directivity Pulse and Fling Step, 13WCEE, 2004



# 観測記録と計算波形の比較(LUC)



## 波数積分法による強震動計算の流れ

### ○計算手順

- ①表面波の位相速度(分散曲線)を計算  
(波数軸上の極に相当): phs3sQ-v3.f
- ②波数積分法による強震動計算(振動数領域): grflt12sx1-v3.f
- ③フーリエ逆変換(時間領域): grfftsp.f

# 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

**時間・周波数データ:** phs3sQ-v3.f、grflt12sx1-v3.f

\*\*\* Data for Delta Time, Duration, and Minimum Period \*\*\*  
Delta Time Number of Time (must be Power of 2)

0.5            128

Minimum F Imaginary Omega for Phinney's method

1            0.01

→時間刻みを0.5秒で128点(=27、継続時間=64秒)で、最小周期1秒(>時間刻みの2倍)で計算。円振動数 $\omega$ の虚数部を0.01とする(Phinney法のため)。

## 地盤モデル(平行成層地盤)

Num.	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Vp (km/s)	Qp	Vs (km/s)	Qs	Thickness (km)
1	2.3	3.8	100	1.98	30	1.5
2	2.6	5.5	600	3.15	300	2.5
3	2.7	6.2	600	3.52	300	22.0
4	2.87	6.8	600	3.83	300	6.0
5	3.5	8.0	600	4.64	300	0.0

# 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

地盤データ: phs3sQ-v3.f、grflt12sx1-v3.f

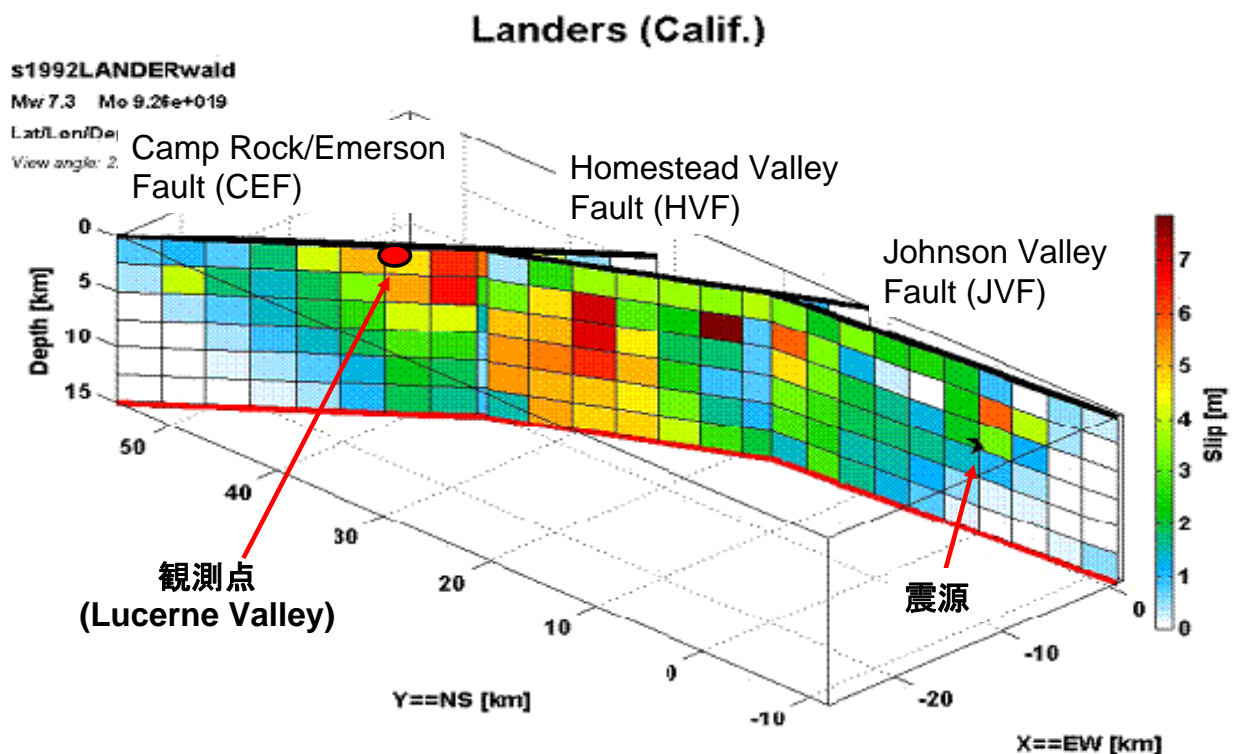
\*\*\* MEDIUM DATA \*\*\*

NL (N (Note: Frequency-Dependent Q;  $Q_p(f) = Q_{p0} \times f^{**} Q_{pf}$  &  $Q_s(f) = Q_{s0} \times f^{**} Q_{sf}$ )  
5

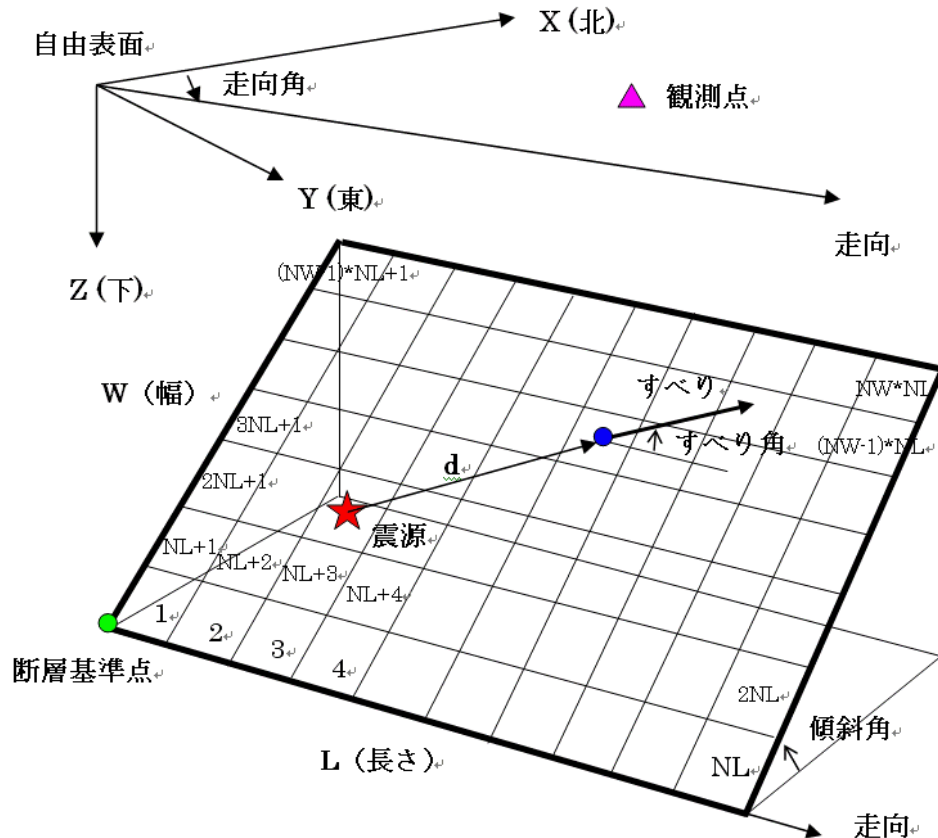
Layer	density(t/m <sup>3</sup> )	Vp(m/s)	Qp0	(Qp(f))	Qpf	Vs(m/s)	Qs0	(Qs(f))	Qsf	Thickness(m)
1	2.3	3800	100		0	1980	30		0	1500
2	2.6	5500	600		0	3150	300		0	2500
3	2.7	6200	600		0	3520	300		0	22000
4	2.87	6800	600		0	3830	300		0	6000
5	3.5	8000	600		0	4640	300		0	0

→5層地盤。Q値の振動数依存なし。  
密度、Vp、Qp、Vs、Qs、層厚

## 震源モデル: 3つの断層面の重合わせ



# 断層基準点・小断層番号ほか



## 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

### 断層モデルデータ1: grflt12sx1-v3.f

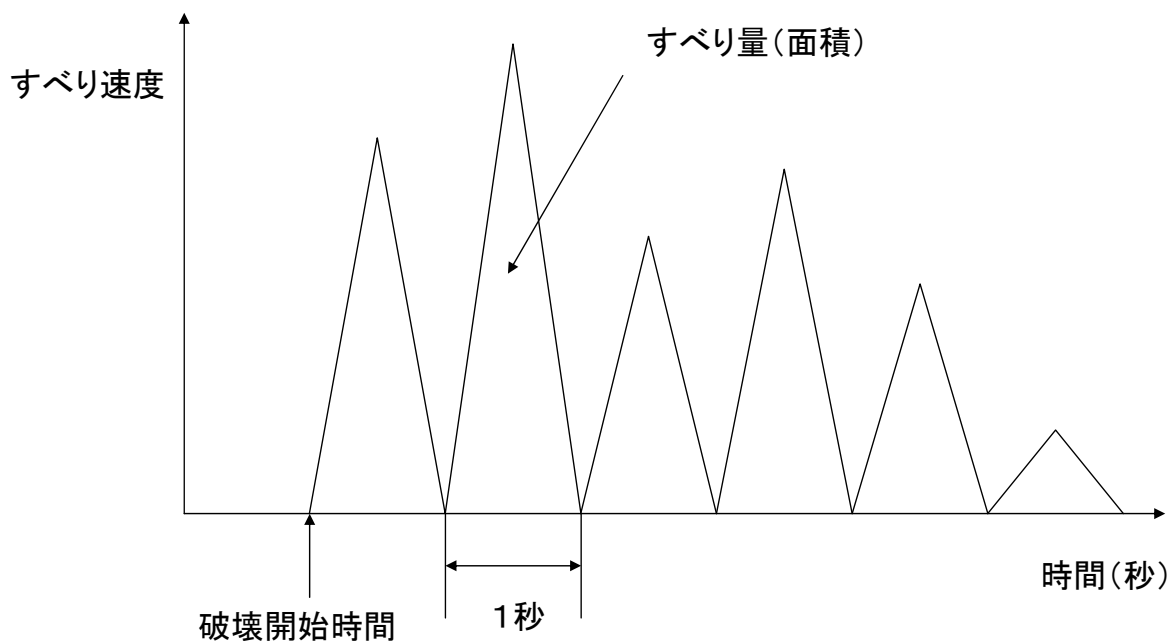
```

*** Seismic Fault Parameters (after Wald and Heaton, BSSA, 1994 Combined
Length (m) Width (m) Num. of  $\xi$  Num. of  $\xi$  Number of Gaussian Points per S
36000 15000 12 6 4
Start Time Strike (deg) Dip (deg) Vr (m/s) dtr (s; av random number for dtr (i
0 320 90 2700 0 1
Location of Y(m) Z(m) (Note: X->North, Y->East, Z->Down)
21818 5119 7000
Location of Y(m) Z(m) (Note: X->North, Y->East, Z->Down)
50949 4015 15000
    
```

→断層長さ・幅、小断層分割数、ガウス点数  
 走向角、傾斜角、破壊伝播速度、フロント乱れ無  
 震源位置、断層基準点位置(X,Y,Z)



# すべり速度関数(小断層ごと) 二等辺三角形の重合せ(6個)

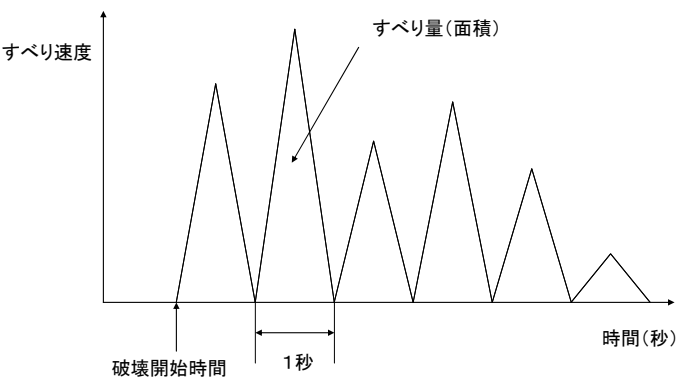


## 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

### 断層モデルデータ2: grflt12sx1-v3.f

Number of	Interval	Tim Slip	Velocity Func.
6	1	1	
Time Windo 1st Half Rise 2nd Half Rise Time			
1	0.5	0.5	
2	0.5	0.5	
3	0.5	0.5	
4	0.5	0.5	
5	0.5	0.5	
6	0.5	0.5	

→すべり速度関数



# 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

## 断層モデルデータ3: grflt12sx1-v3.f

Slip and Rake Data Pattern (=1: Regular Pattern (ex. grflt12s.f), =2: Time Window

1						
Sub-Fault	Slip of 1st	Slip of 2nd	Slip of 3rd	Slip of 4th	Slip of 5th	Slip of 6th
1	0.02	0.13	0.24	0.11	0	0.15
2	0	0.34	0.08	0	0	0
3	0	0.29	0	0	0	0
4	0.33	0.42	0.13	0	0	0.02
Sub-Fault	Rake of 1st	Rake of 2nd	Rake of 3rd	Rake of 4th	Rake of 5th	Rake of 6th
1	180	180	180	180	180	180
2	180	180	180	180	180	180
3	180	180	180	180	180	180
4	180	180	180	180	180	180

→小断層・すべり時間ごとのすべり量・すべり角

# 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

## 波数積分データ: grflt12sx1-v3.f

\*\*\* Data for Static Wavenumber Integration using Greenfield's Quadrature \*\*

The first Initial Number of Integration Points for Adaptive Newton-Cotes Qu

2 16

The second Initial Number of Integration Points for Adaptive Newton-Cotes Qu

10 32

\*\*\* Data for Dynamic Wavenumber Integration using Simpson's and Filon's qu

Number of Integration Points from 0 to  $\omega_m/R_{yl}(\min)$

200

Number of Integration Points from  $\omega_m/R_{yl}(\min)$  to  $\omega_m/c(\text{final})$

50

Factor for  $c(\text{final})$ :  $c(\text{final}) = R_{yl}(\min)/\text{Factor}$  (Ex., 10)

10

→静的項: 積分路変換法 + Newton-Cotes則

動的項: Simpson則(小波数)、Filon積分法(大波数)

# 入力データ例: grflt12s1.in-CEF (Camp Rock/Emerson Fault)

**フーリエ変換・観測点データ:** grflt12sx1-v3.f

\*\*\* CHANGE OF SIGNS OF IMAGINARY PARTS OF FINAL RESULTS (FOR FFT) :  
Change sign (=1), or do not change sign (=0)

1

\*\*\* OBSERVATION POINT \*\*\*

NUMBER OF Observation Points

1

Observati Location: XY (m) Z (m)

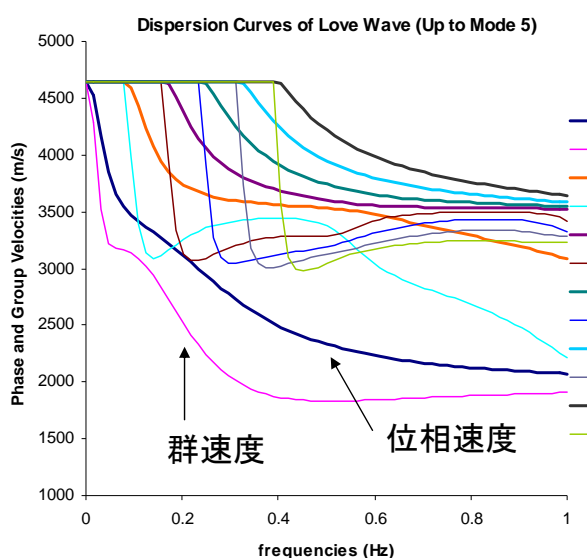
1 63578 -9182 0 : Luc

→フーリエ変換の虚数部の符号を逆転(地震学  
定義→工学変換)

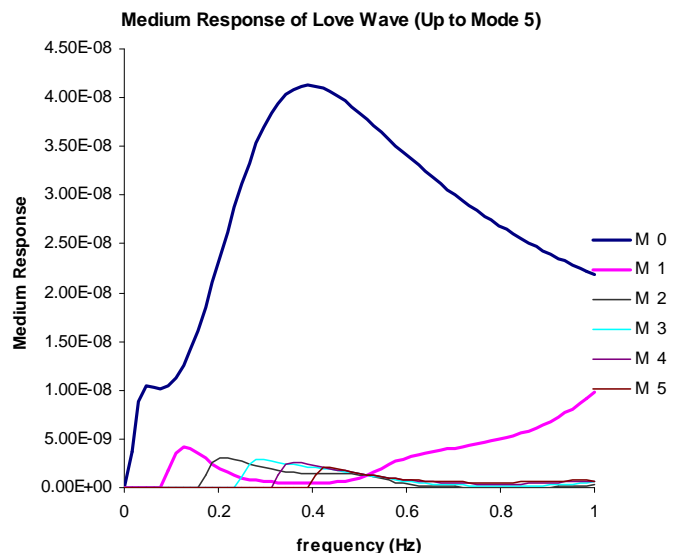
観測点:LUCの座標位置(X,Y,Z)

## ① 表面波・位相速度の計算 (分散曲線、Medium Response)

• phs3sQ-v3.f

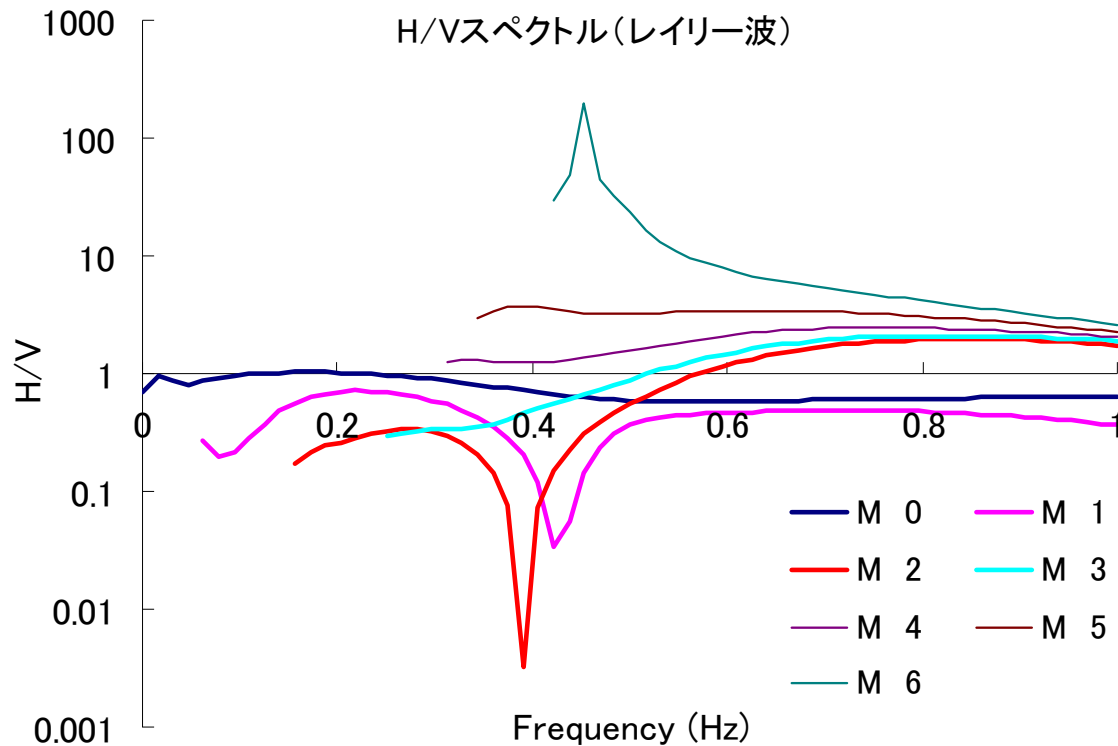


Love波の分散曲線



Love波のMedium Response

# H/Vスペクトル



## ② 波数積分法による波形計算 (振動数領域、速度波形出力)

・grflt12sx1-v2.f

修正表示定理 (Hisada and Bielak, 2002)

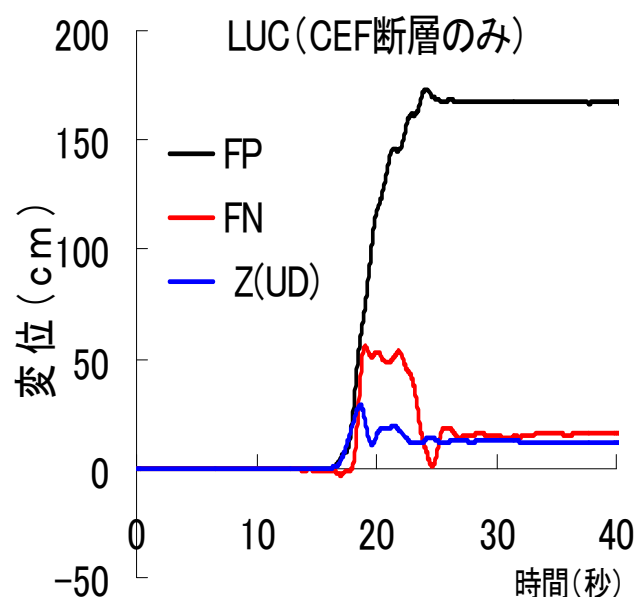
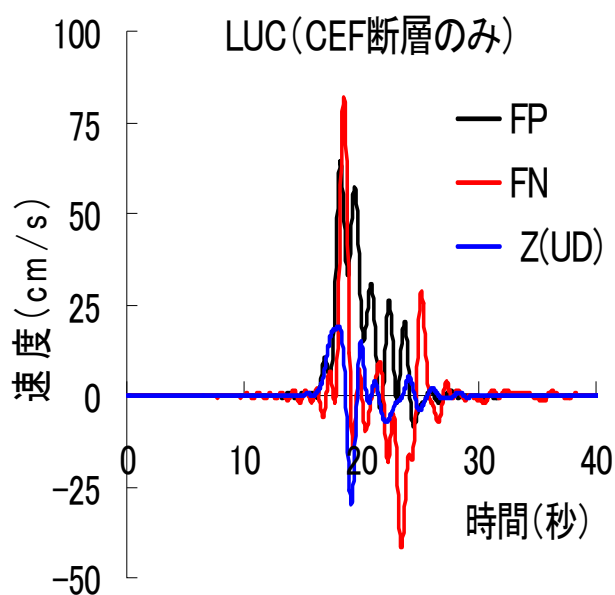
$$U_k(Y; \omega) = \int_{\Sigma} \left\{ T_{ik}(X, Y; \omega) - T_{ik}^S(X, Y) \right\} [D_i(X; \omega)] d\Sigma \\ + \int_{\Sigma} T_{ik}^S(X, Y) [D_i(X; \omega)] d\Sigma$$

動的グリーン関数  
(実体波・表面波)

静的グリーン関数  
(断層面近傍の項)

### ③ フーリエ逆変換(フィルター、時間領域)

・grfftspx.f



速度波形(出力波形)

変位波形(速度波形を時間積分)

## おわりに

### ○強震動予測の必要性

標準地震波(告示波など)と様々な強震観測記録の違い(指向性パルス、リングステップ)

### ○波数積分法による強震動計算法

震源・伝播・サイト特性

### ○計算コードと事例の紹介

### 計算コード・データのダウンロード

<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/>

→ Open Dataへクリック