大陸三層モデルに基づく
地球ニュートリノフラックスの評価

石塚雄太、鈴木英之（東京理科大学）
戎崎 俊一（理化学研究所）
丸山茂徳（東京工業大学地球生命研究所）

地球ニュートリノフラックス計算

$$\Phi_i(\vec{r}) = A_i \cdot n_i \int \frac{a(\vec{r'})\rho(\vec{r'})}{4\pi\left|\vec{r} - \vec{r'}\right|^2} P\left(\left|\vec{r} - \vec{r'}\right|\right) d^3\vec{r'} \quad (i : U, Th)$$

(S.Enomoto et al., 2007)

$\vec{r}$: 観測場所の所在地

KamLAND (北緯36.43°、東経137.31°、海抜 358 m)

ハワイ (北緯19.72°、西経156.32°、海抜 -4000 m)

南太平洋(トケラウ諸島)海底 (南緯10.5°、西経170.5°、海抜 -4000 m)

南太平洋(トケラウ諸島)海面

A_i : U , Th 単位質量当たりの崩壊率

$A_{\mathrm{U}} = 1.24 \times 10^7\ \mathrm{s^{-1}\,kg^{-1}}$, $A_{\mathrm{Th}} = 4.06 \times 10^7\ \mathrm{s^{-1}\,kg^{-1}}$

n_i : 崩壊時に放出するニュートリノ数

$n_{\mathrm{U}} = 6$, $n_{\mathrm{Th}} = 4$

$P\left(\left|\vec{r} - \vec{r'}\right|\right)$: $\left|\vec{r} - \vec{r'}\right|$ 移動後のニュートリノ振動による生存確率 $P = 0.59$

$a(\vec{r'})$: 単位質量に対するU , Th の質量の割合

$\rho(\vec{r'})$: 密度

地球ニュートリノフラックス計算

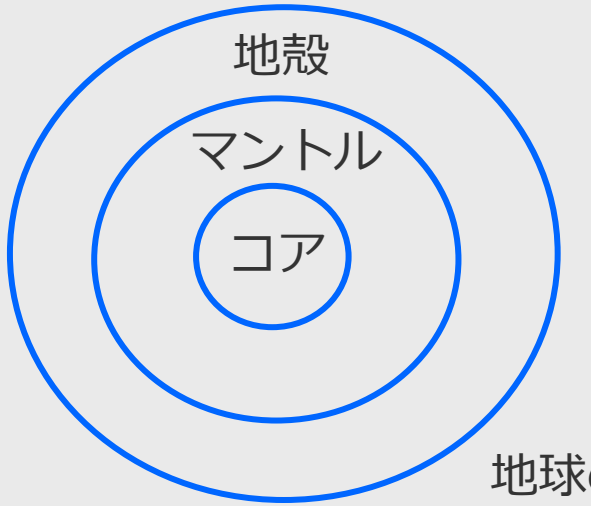
密度 $\rho(\vec{r'})$

PREM (コア・マントル)

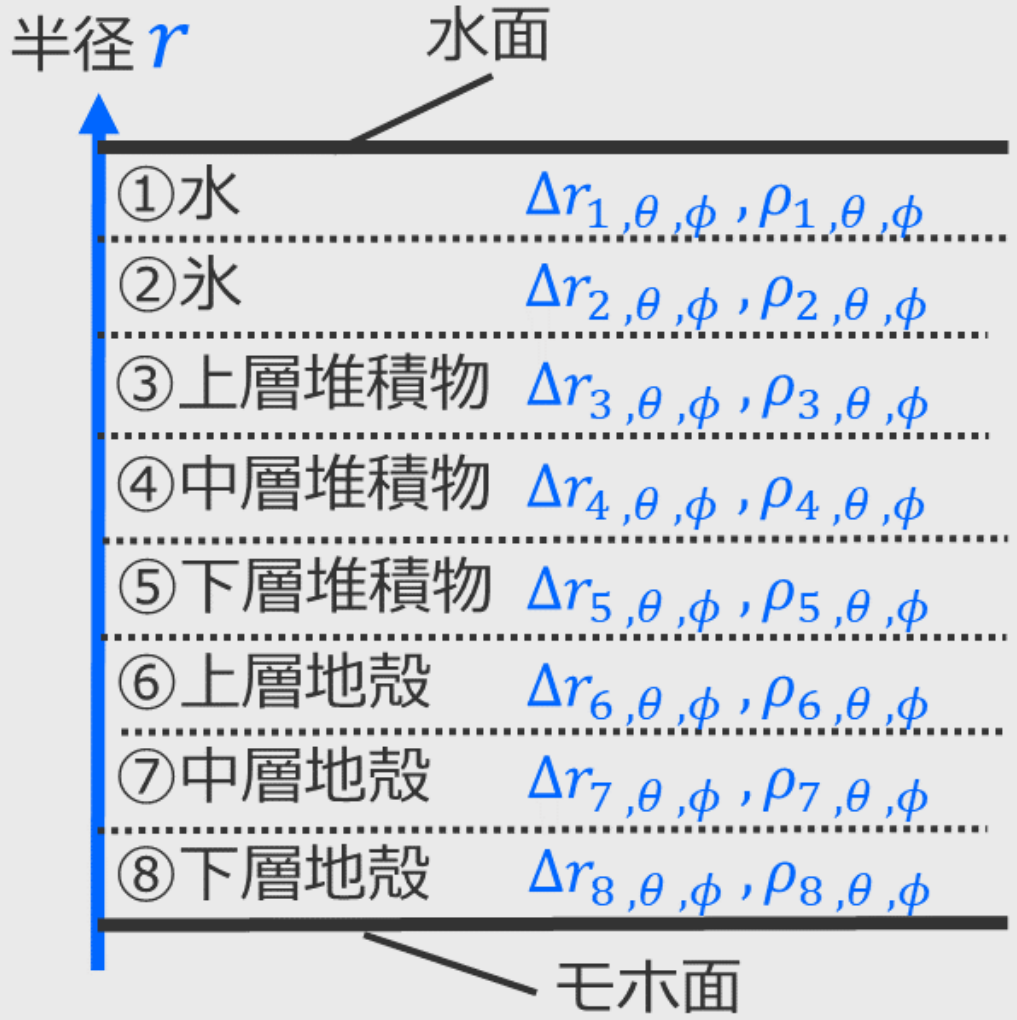
$$\rho(\vec{r'}) = \rho(r')$$

CRUST 1.0 (地殻)

$$\rho(\vec{r'}) = \rho(r', \theta', \phi')$$



地球の構造



CRUST1.0による領域の区別

地球ニュートリノフラックス計算

U , Thの割合$a(\vec{r'})$

均一マントル分布(先行研究)

マントル全域に均一分布

均一第三大陸分布

マントルの底から300kmに均一分布

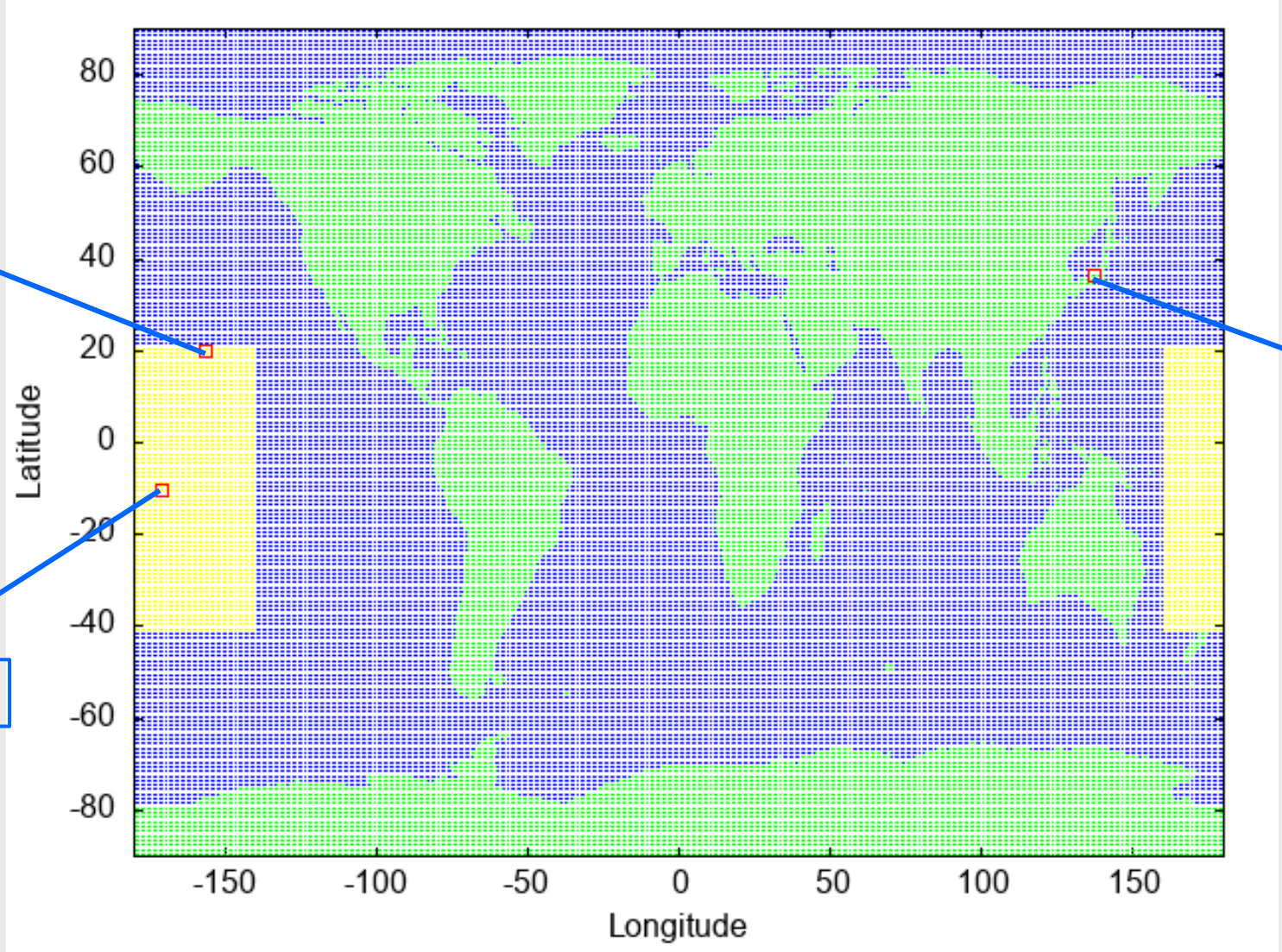
局所的第三大陸分布

マントル分布量の半分が、底から300kmまでの東経160° ~ 西経140°、北緯20° ~ 南緯40°に分布

先行研究(S.Enomoto et al., 2007)の地球参照モデル

Reservoir		Concentration [ppm]	
		U	Th
Sediment	Continental	2.8	10.7
	Oceanic	1.7	6.9
Continental Crust	Upper	2.8	10.7
	Middle	1.6	6.1
	Lower	0.2	1.2
Oceanic Crust		0.10	0.22
Mantle	Upper	0.012	0.048
	Lower	0.012	0.048
Core	Outer	0	0
	Inner	0	0
Bulk Silicate Earth (BSE)		0.0203	0.0795

地球ニュートリノフラックス計算



本研究のContinental / Oceanic区分。緑がContinental部分に、青がOceanic部分に対応している。
さらに、赤でDetectorの位置を、黄色領域でU,Thの局所過剰領域を図示している。

フラックス評価

Flux(Kamioka,先行研究(S.Enomoto et al., 2007))に対する相対評価

	Flux / Flux(Kamioka,先行研究)			
U/Th分布 ＼ 観測サイト	Kamioka	ハワイ	太平洋海底	太平洋海面
先行研究(均一マントル分布)	1.00	0.36		
均一マントル分布	0.92	0.33	0.32	0.31
均一第三大陸分布	0.87	0.27	0.26	0.25
局所的第三大陸分布	0.84	0.38	0.47	0.46

ただし、Flux(Kamioka,先行研究)はKamiokaにおける先行研究のフラックスであり、

Flux(Kamioka,先行研究) = $4.33 \times 10^6/\mathrm{cm}^2/\mathrm{sec}$ である。