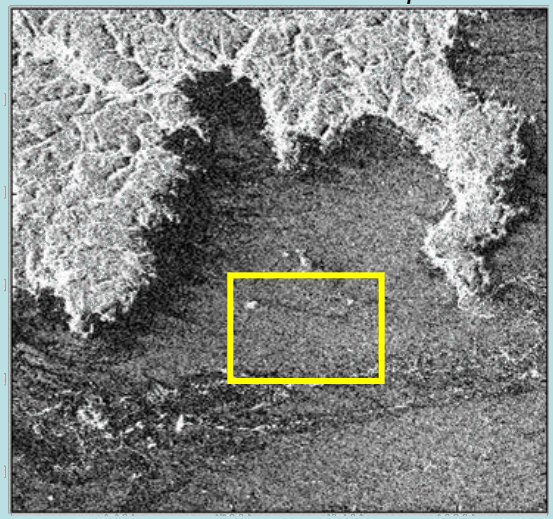
多入射角／多偏波SAR データからわかること

有井　基文
三菱スペース・ソフトウェア（株）

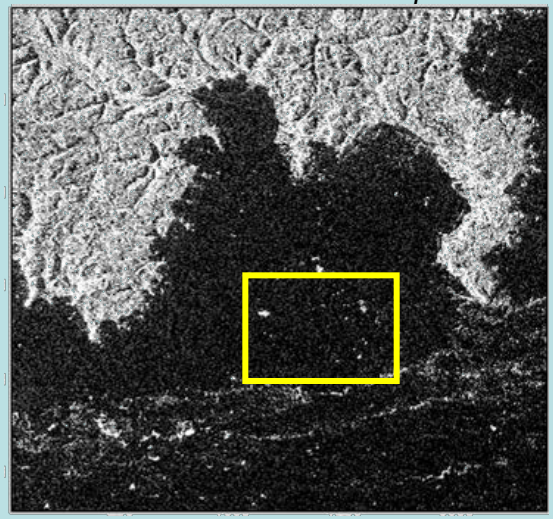
入射角による見え方の違い

COSMO-SkyMed, X-band

09:10 12 Mar. 2011 θ_i=21.8



09:34 12 Mar. 2011 θ_i=49.2

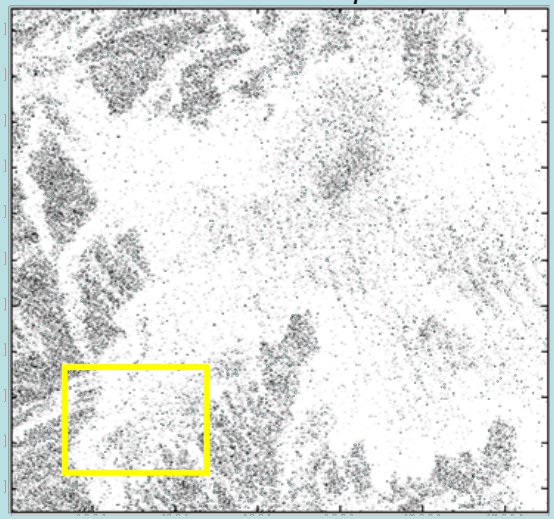


-22 -5[dB]

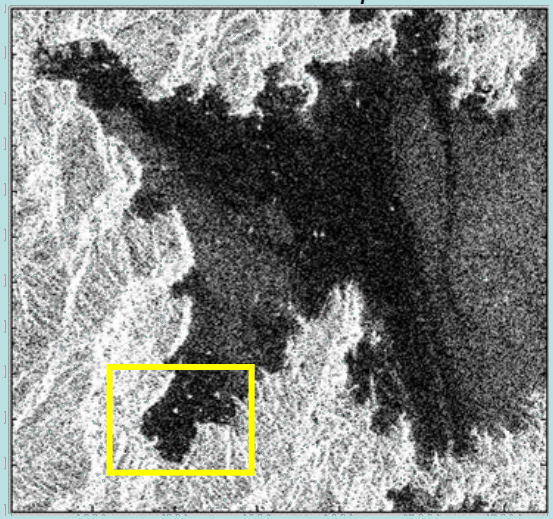
COSMO-SkyMed Product - (c)ASI - Agenzia Spaziale Italiana - 2011. All Rights Reserved

PALSAR/ALOS, L-band

19 Mar. 2011 θ_i=14.0

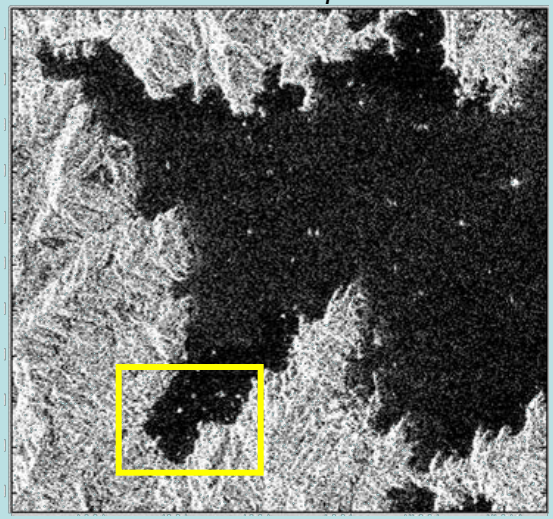


26 Mar. 2011 θ_i=28.8



-22 -5[dB]

15 Mar 2011 θ_i=34.3

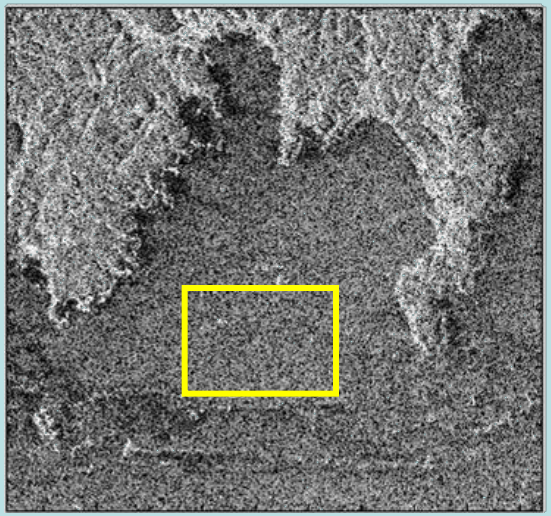


[1] 内閣府　総合海洋政策本部HPより
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/hyouryuu/souryou/simulation_eng.html

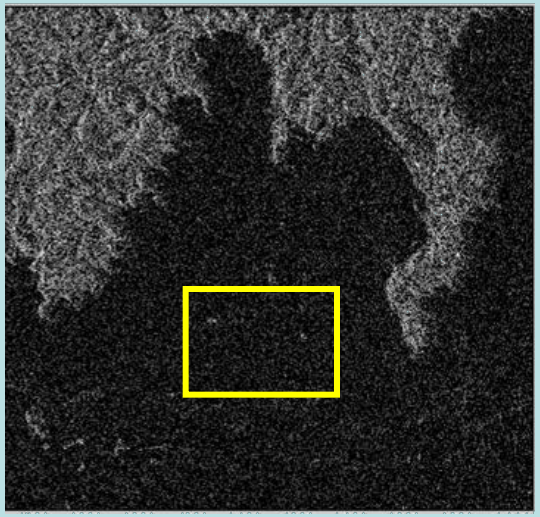
偏波による見え方の違い

RADARSAT2, C-band

12 Mar. 2011 HH



12 Mar. 2011 HV

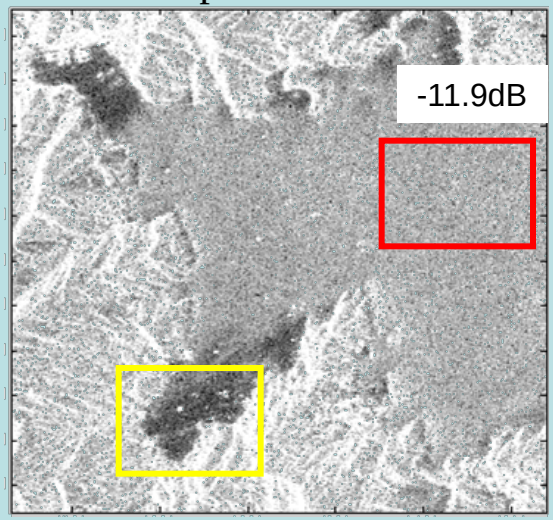


-25 0 [dB]

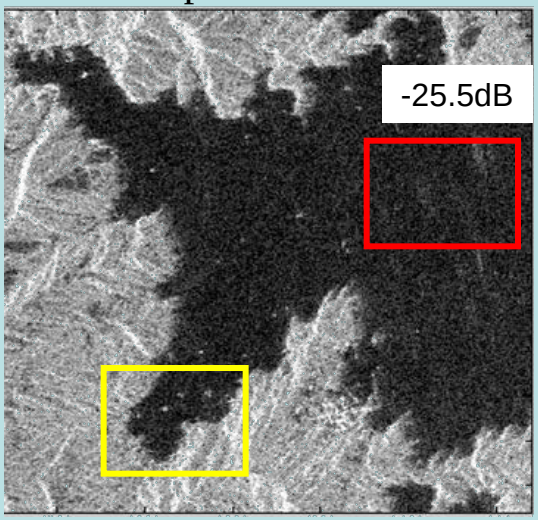
RADARSAT-2 Data and Products © MacDONALD, DETTWILER AND ASSOCIATES LTD. 2011 - All Rights Reserved

PALSAR/ALOS, L-band

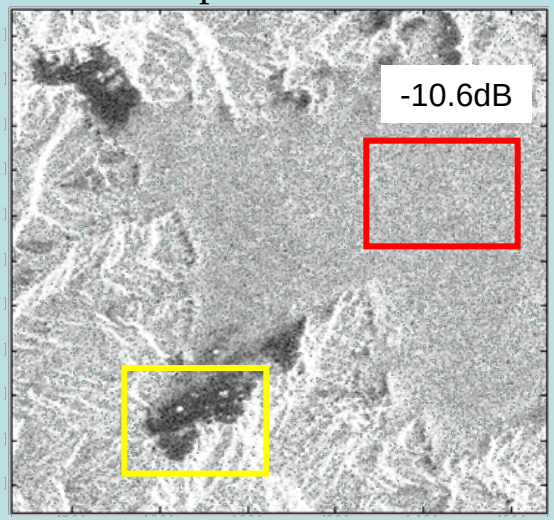
8 Apr. 2011 HH



8 Apr. 2011 HV



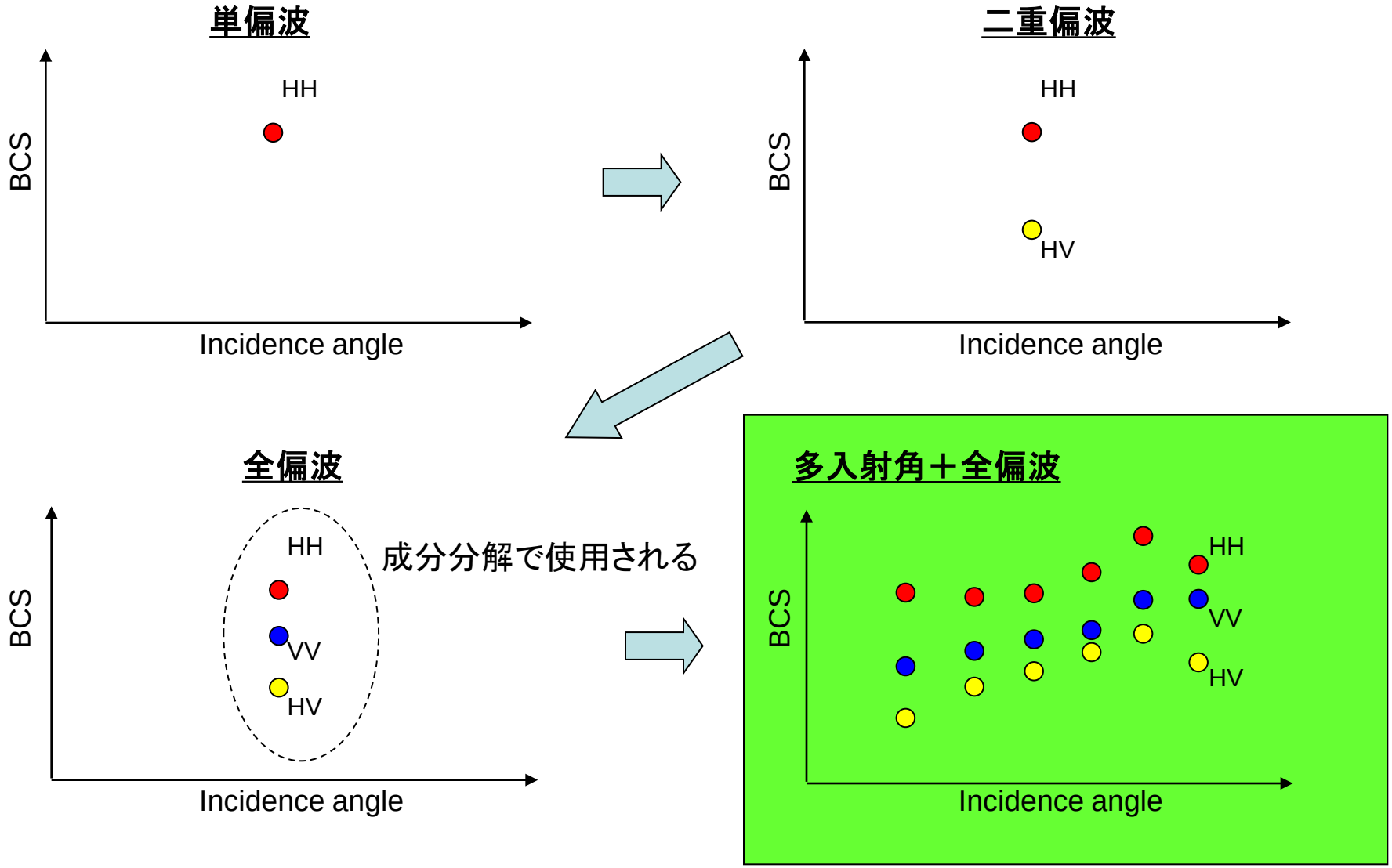
8 Apr. 2011 VV



-30 -5[dB]

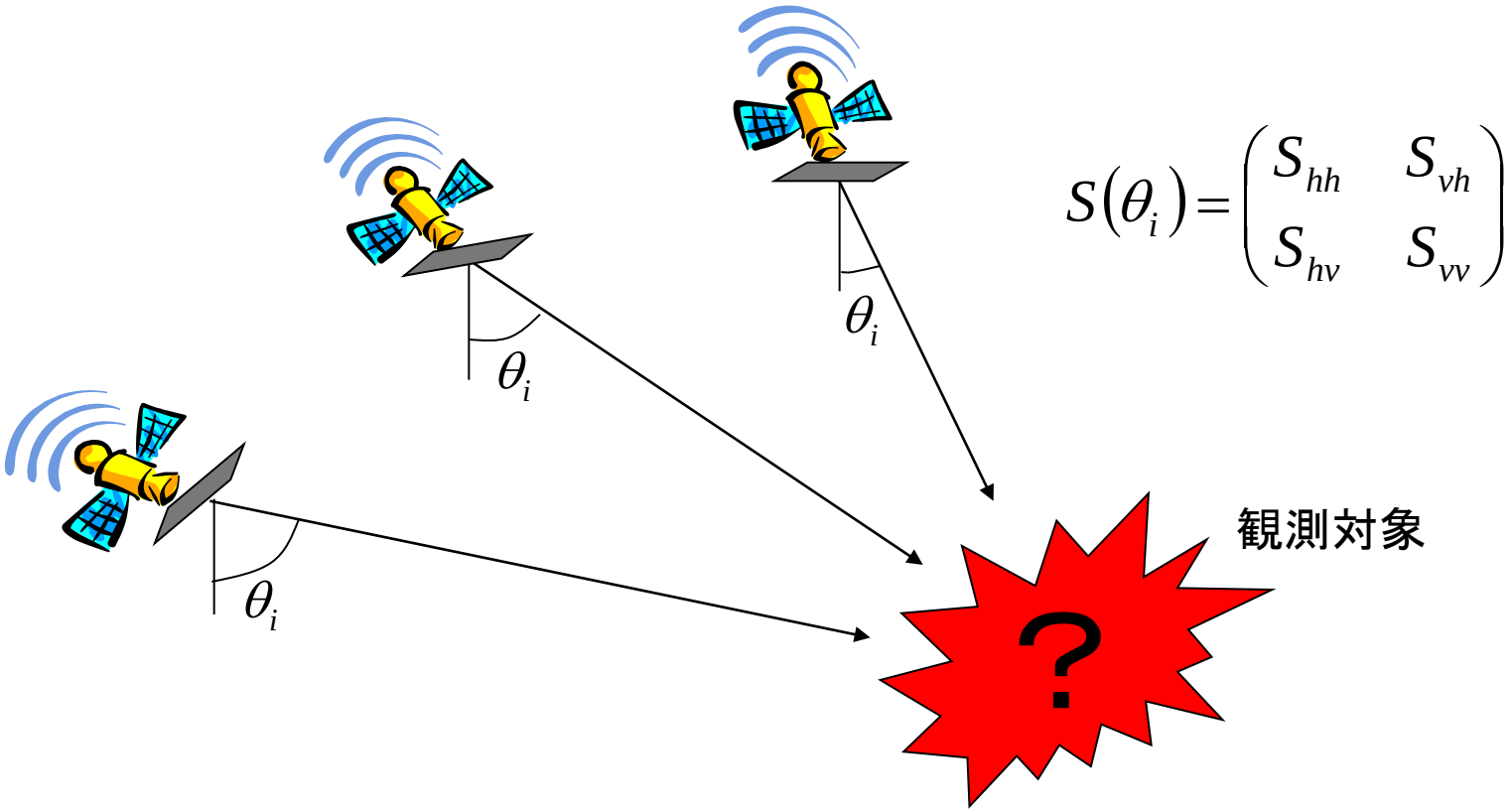
[1] 内閣府　総合海洋政策本部HPより
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/hyouryuu/souryou/simulation_eng.html

偏波＋入射角　特性


単偏波
HH
BCS
Incidence angle
二重偏波
HH
HV
BCS
Incidence angle
全偏波
HH
VV
HV
BCS
Incidence angle
成分分解で使用される
多入射角＋全偏波
HH
VV
HV
BCS
Incidence angle

入射角／偏波による認識率向上

入射角、偏波を様々に変化させることにより、観測対象の認識率を格段に向上させることができる。



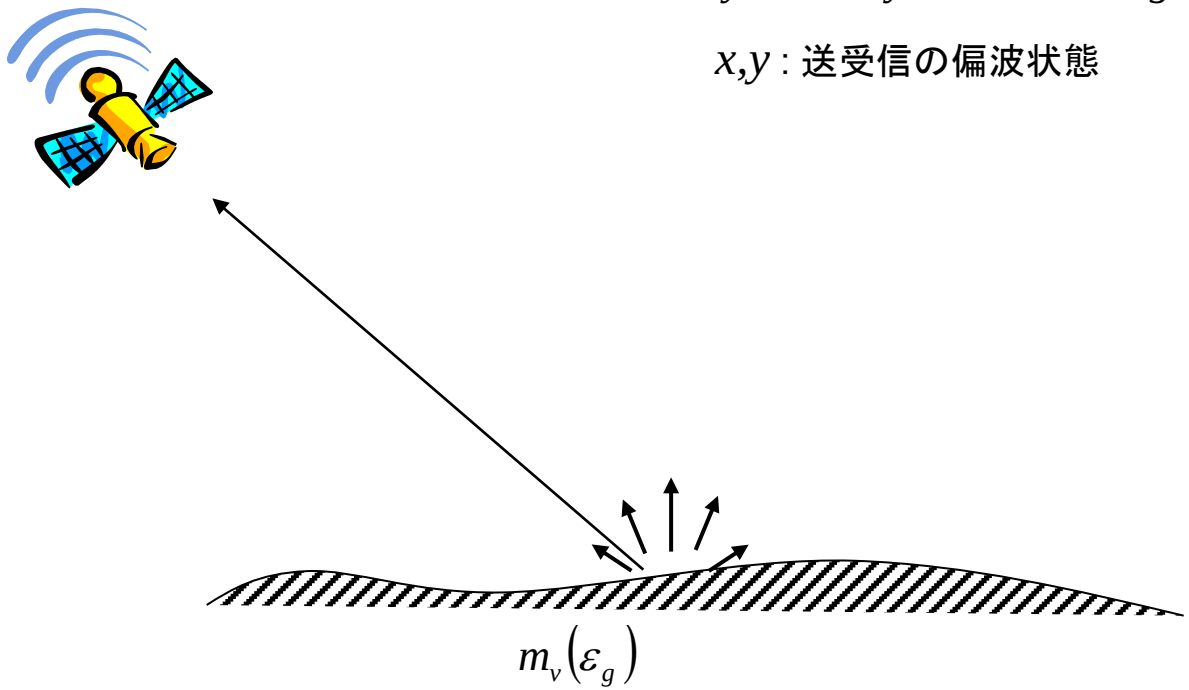
⇒ 多入射角／多偏波を植生の観測に適用

裸地からの後方散乱

裸地をレーダで観測することで得られる後方散乱から土壌水分のような物理量を抽出するために多くの手法が提案されてきた [1]。

$$\sigma^0_{xy} = f_{xy}\left(m_v, p_{rough}\right)$$

x,y : 送受信の偏波状態



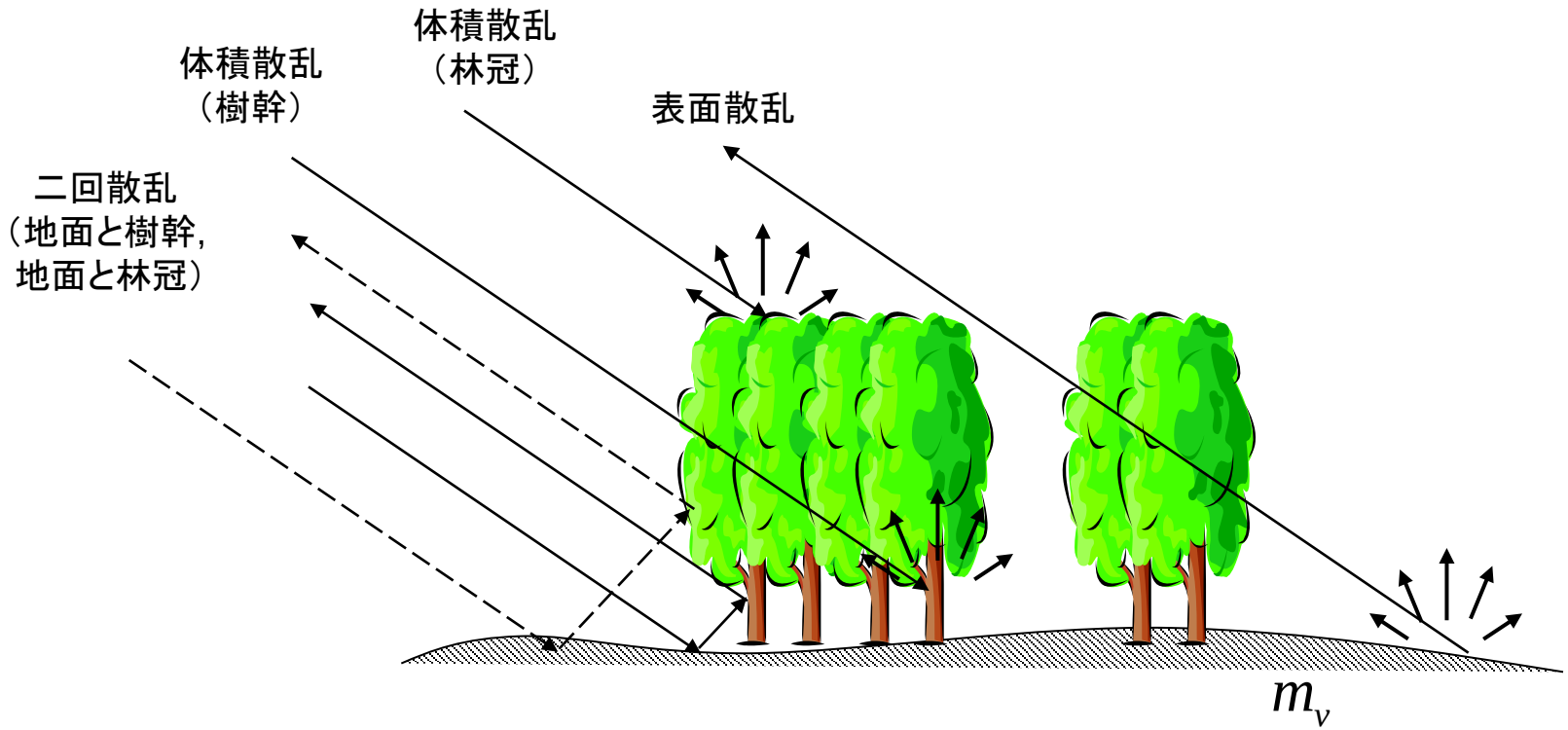
[1] J. J. van Zyl and Y. Kim, "A quantitative comparison of soil moisture inversion algorithms," *Proc. of IGARSS01*, Sydney, Australia, Jul. 2001.

植生被覆地域からの後方散乱

しかし、76%以上の地表面は、何らかの植生に覆われている [2-3]。

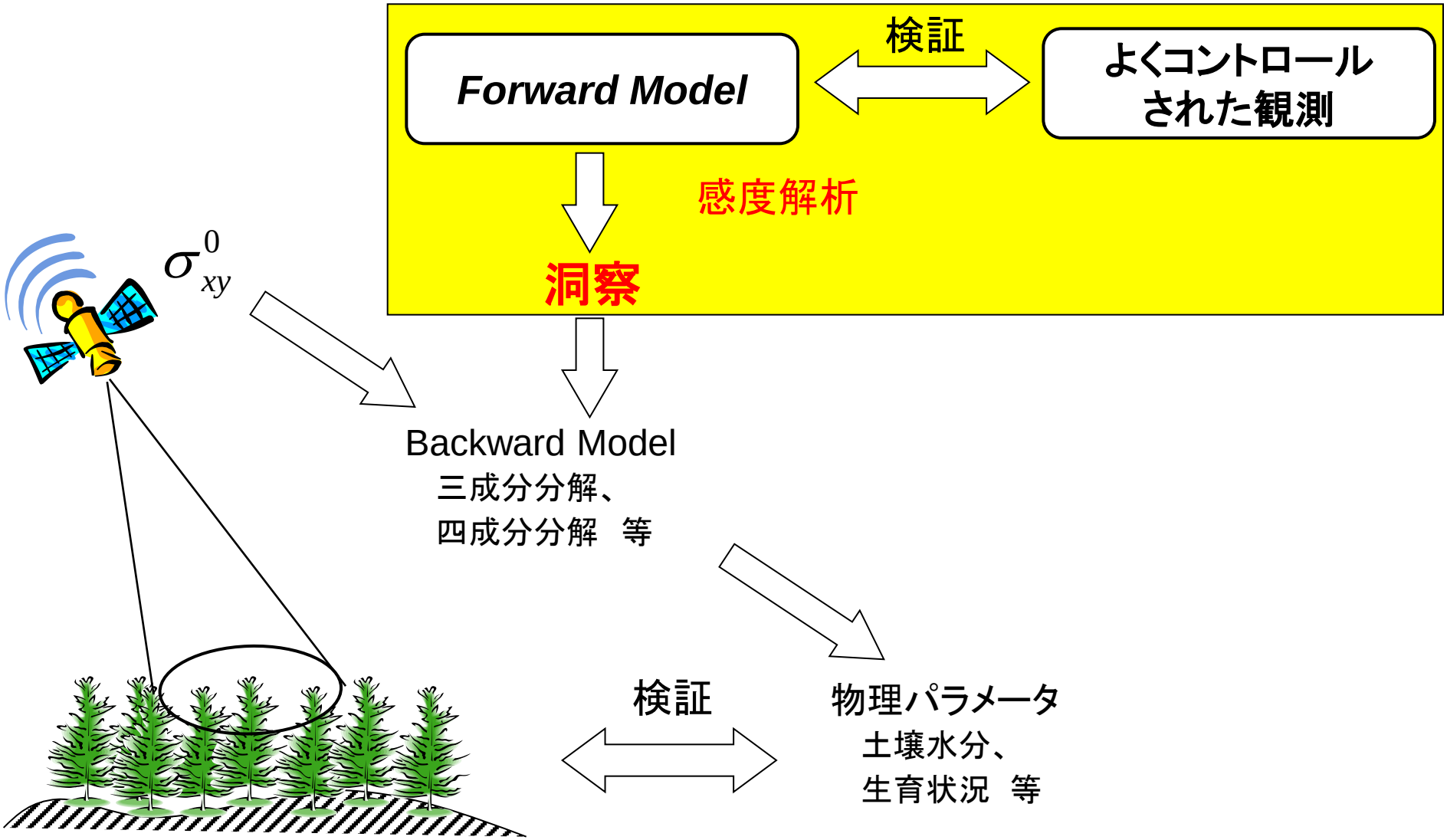
$$\sigma^0_{xy} = f_{xy}\left(m_v, p_{rough}, \boxed{p_{v1}, p_{v2}, \cdots p_{vn}}\right)$$

p_{vi} : 植生を特徴付けるパラメータ



[2] R. T. Watson, I. R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. J. Verado, and D. J. Dokken, *Land use, land-use change and forestry*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2000.
[3] E. Ezcurra, *Global Desserts Outlook*, Nairobi, Kenya: DEWA, UNEP, 2006.

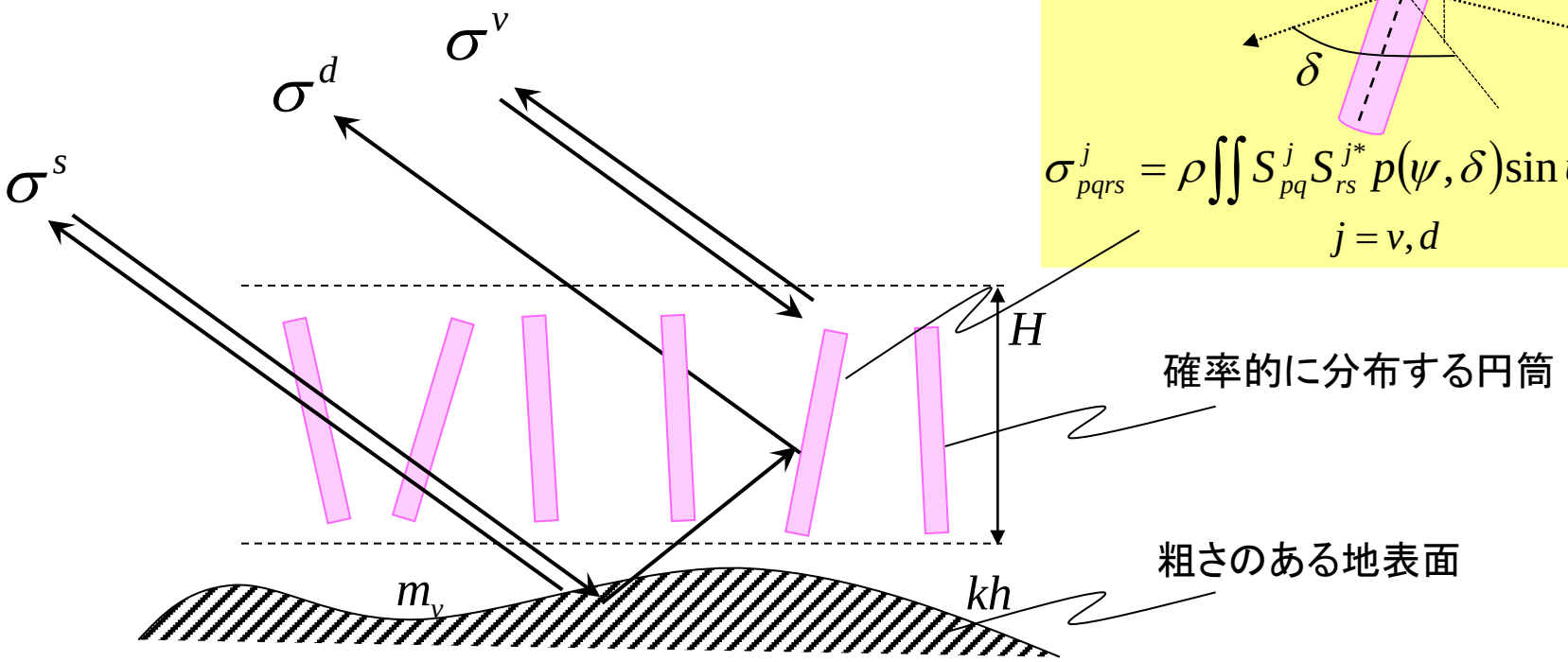
植生からの散乱を解読するためのアプローチ

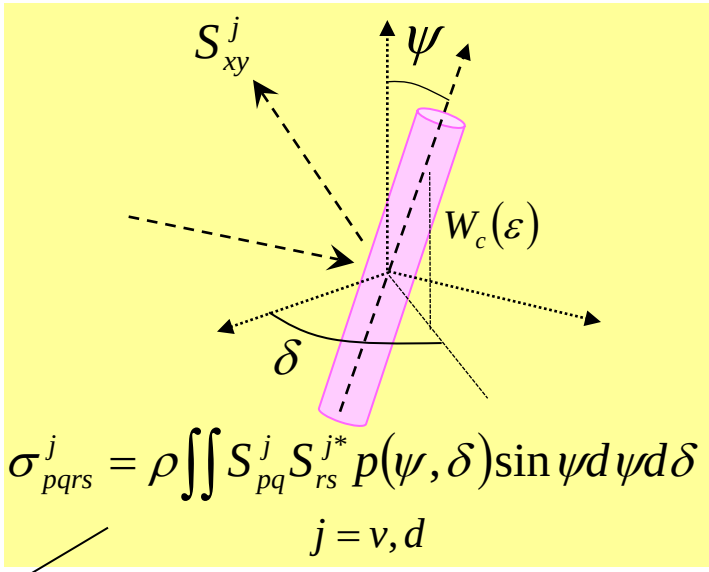


Forward Model

Discrete Scatterer Model[4-7]（DSM）により、植生被覆地域からの後方散乱を模擬する。

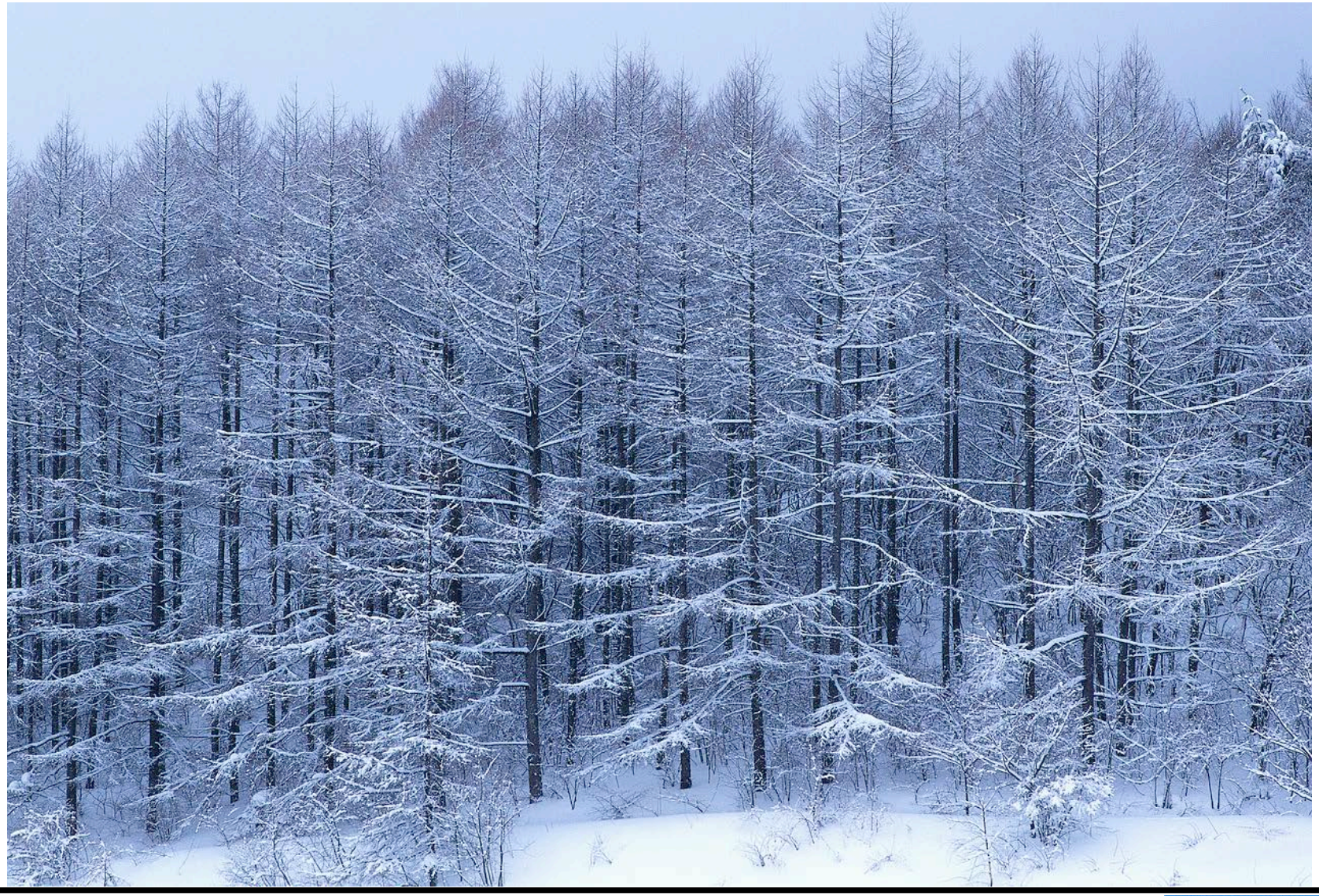
$$\sigma^0 = \sigma^v + \sigma^d + \sigma^s$$





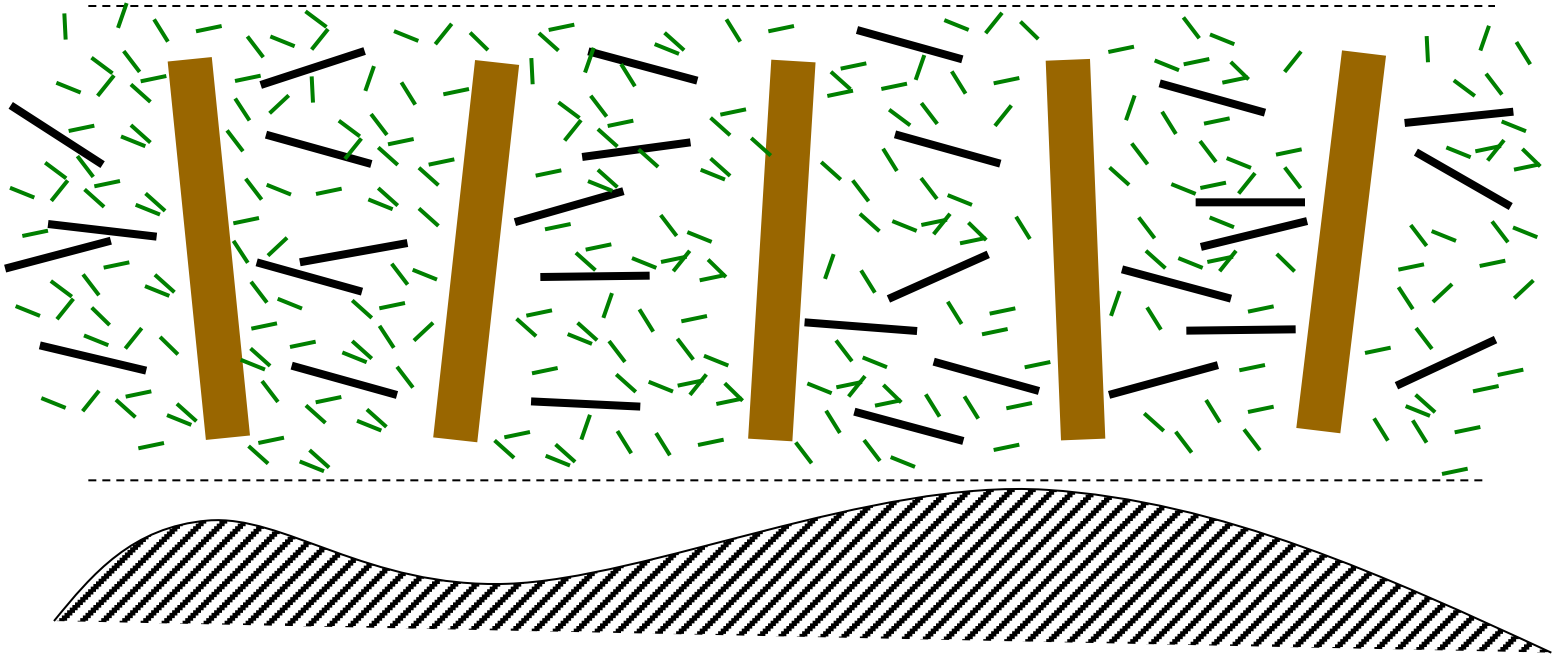
[4] S. L. Durden, J. J. van Zyl, H. A. Zebker, “Modeling and Observation of the radar polarization signature of forested areas,” *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 27, no. 3, May 1989.
[5] M. Arii, “Soil moisture retrieval under vegetation using polarimetric radar,” *Ph.D. dissertation* California Institute of Technology, Pasadena, CA, pp. 68-101, 2009.
[6] M.Arii, J. J. van Zyl, and Y. Kim, "Adaptive decomposition of polarimetric SAR covariance matrices," *Proc. of IGARSS09*, Cape Town, South Africa, Jul. 2009.
[7] M. Arii, J. J. van Zyl and Y. Kim, “Adaptive model-based decomposition of polarimetric SAR covariance matrices,” IEEE *Trans. on Geosci. Remote Sensing*, vol. 49, no. 3, March 2011.

針葉樹林



モデリング

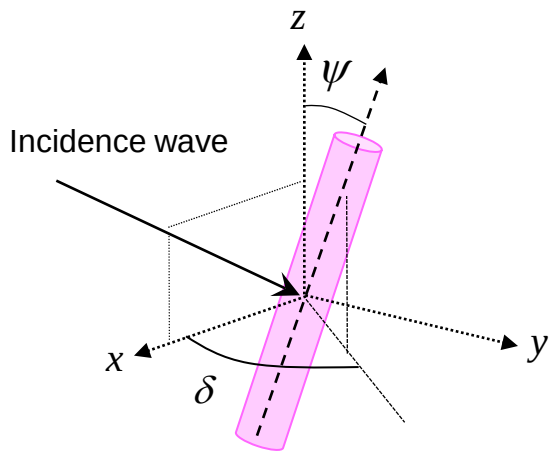
１つのレイヤーの中には、３種類のサイズの円筒が確率的な分布で満たされている。そして、そのレイヤーは、粗さのある誘電面の上に存在する。



シミュレーションパラメータ

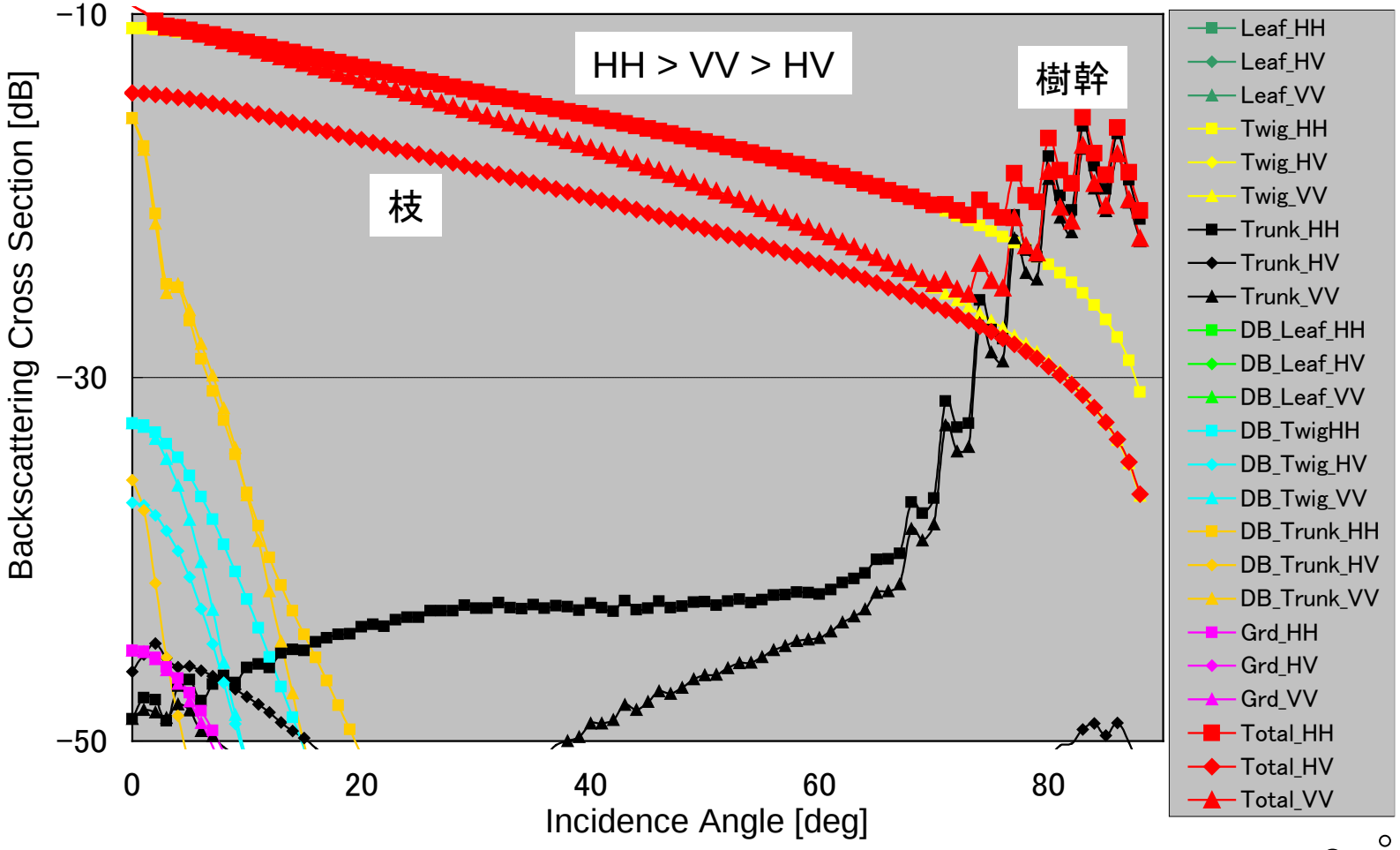
Parameter	Value
Incidence Angle (deg.)	0 - 90
Wavelengt (cm)	3 (X-band), 24 (L-band), 68(P-band)
Layer height (m)	15
Leaf volumetric water content (%)	10
Leaf radius (cm)	0.05
Leaf length (cm)	5
Leaf mean orientation angle (deg.)	none
Leaf distribution	uniform
Leaf density (m^{-3})	1000
Branch volumetric water content (%)	10
Branch radius (cm)	1
Branch length (m)	0.8
Branch mean orientation angle (deg.)	H
Branch distribution	middle
Branch density (m^{-3})	8
Trunk volumetric water content (%)	10
Trunk radius (cm)	10
Trunk length (m)	15
Trunk mean orientation angle (deg.)	V
Trunk distribution	methodical
Trunk density (m^{-3})	0.1
Volumetric soil moisture (%)	10
Surface roughness (cm)	1
Correlation length (cm)	5

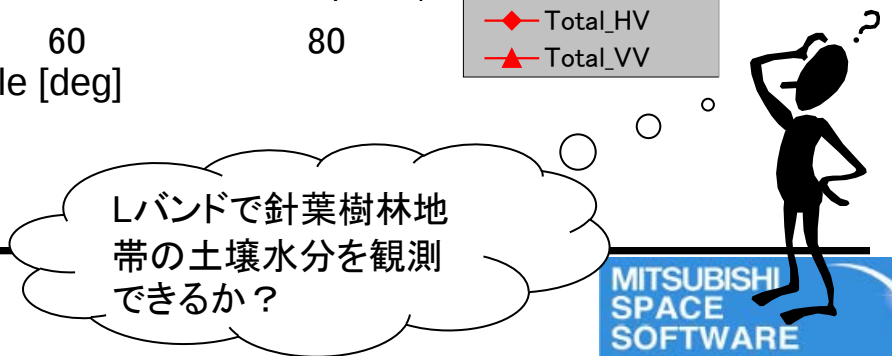
Randomness of Ψ (elevation angle)



Randomness of δ (azimuth angle) : always UNIFORM

DSMシミュレーション結果





まとめとALOS2への期待

- 多入射角／多偏波SAR観測により、海洋や植生地域からの複雑な後方散乱を理解するために必要な多くのヒントを得ることができる。

- 多入射角／多偏波SARデータは、マイクロ波散乱理論に基づくモデルによるシミュレーション結果と比較することで、効果的に理解されることがわかる。このように検証されたモデルは、机上で周波数や地物の散乱特性等のパラメータを容易に変更できるため、洞察をブラッシュアップするのに最適なツールとなる。

- 多入射角を用いた解析を実施するうえで重要なのは、入射角全体に渡るシームレスな偏波キャリブレーションである。