

放射性物質を使って 植物の中のイオンの動きを見る

植物イメージング研究ユニット
田野井慶太郎

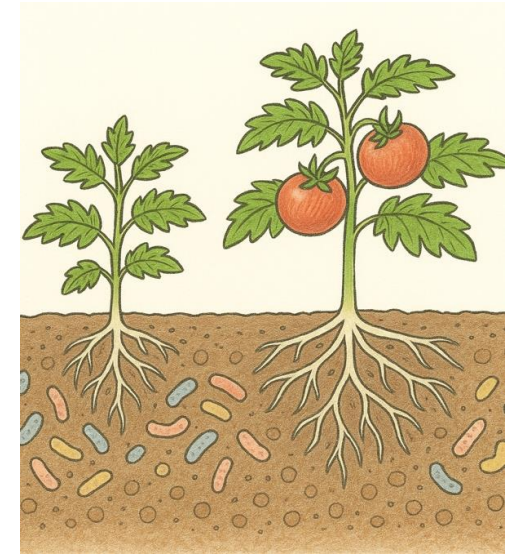
農業や環境を考えるうえで、「見えないもの（物質の動き）」に大きなヒント

CO₂

温室効果ガス
植物の栄養

Minerals

植物の栄養



何が

どんなスピードで

どこから・どこへ

肥料・炭素 どこからどこへ？

見えない ・ わからない...

植物イメージング研究ユニット

私たちは、こんな立ち位置です。

見えないものを見る技術 X 植物の研究



植物の栄養
/ 光合成産物

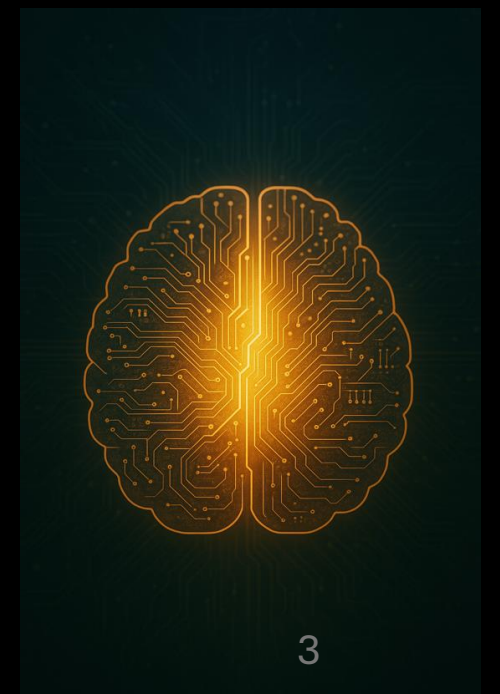
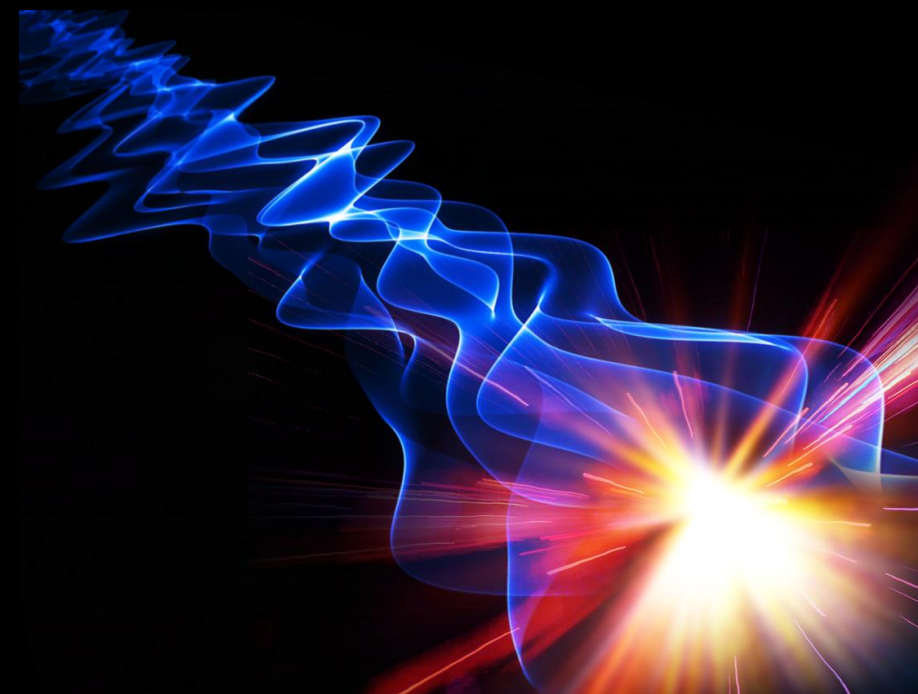
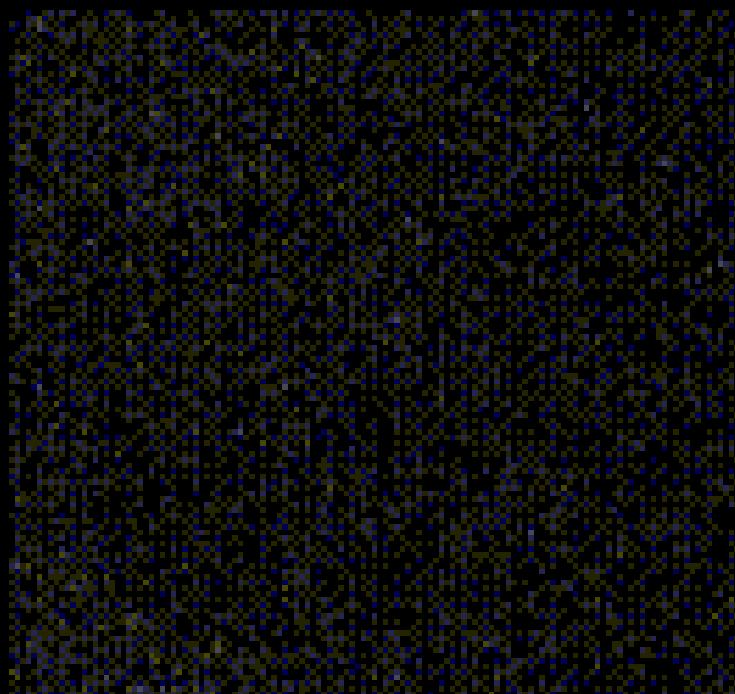


放射性物質
/ 新技術

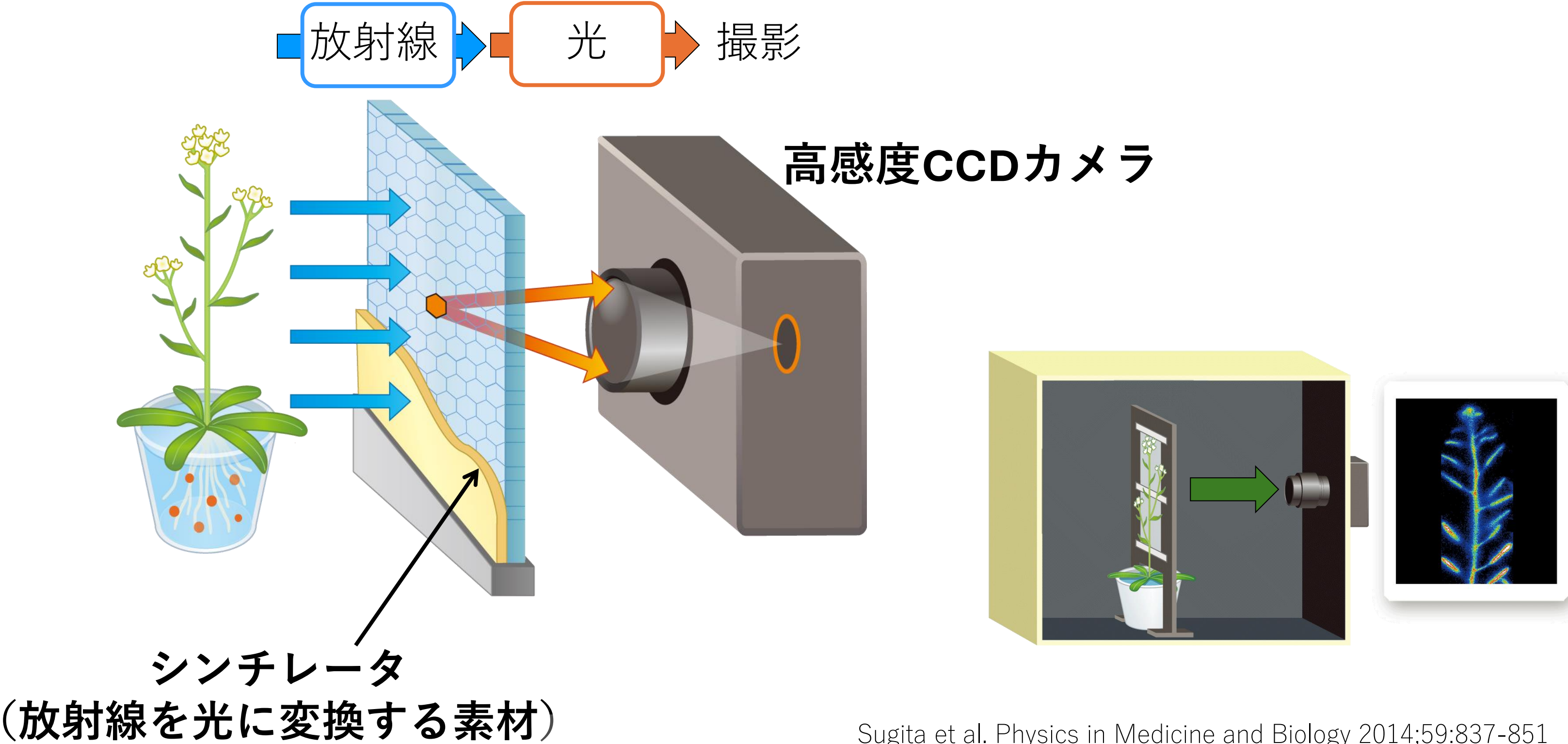


可視化

放射線や放射性物質を、生物を痛めつけるものとしてではなく、“見えないものを見るための道具”として使います。



放射性物質を利用した画像取得方法：私たちが開発した装置について



Sugita et al. Physics in Medicine and Biology 2014;59:837-851
Sugita et al. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2013; 298: 1411-1416
Kanno et al. Philosophical Transactions of The Royal Society B 2012;367:1501-1508

根から植物地上部への輸送

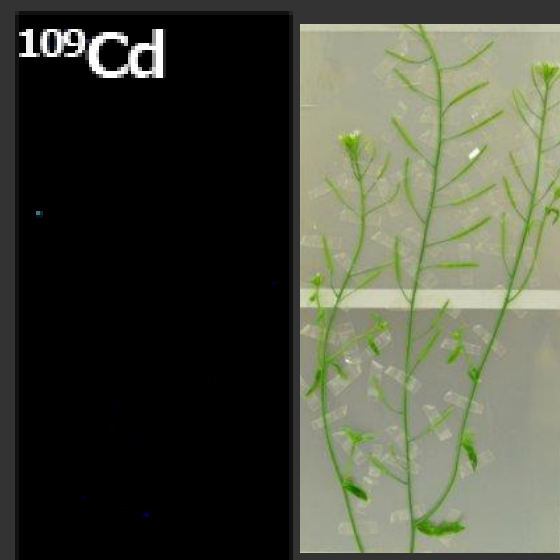
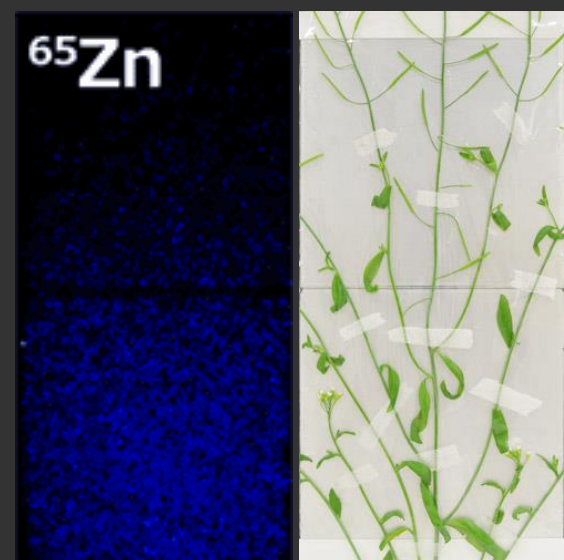
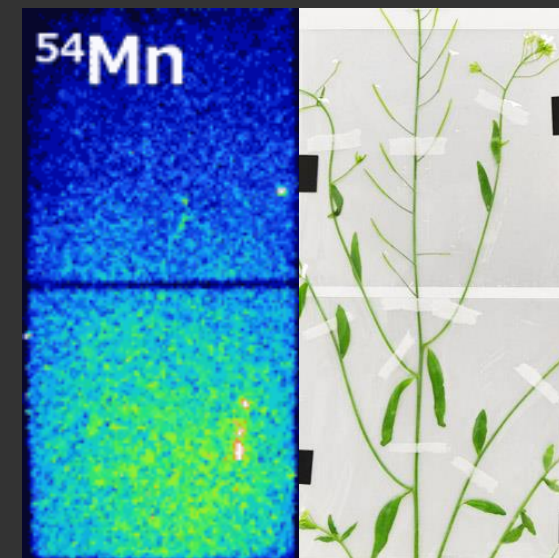
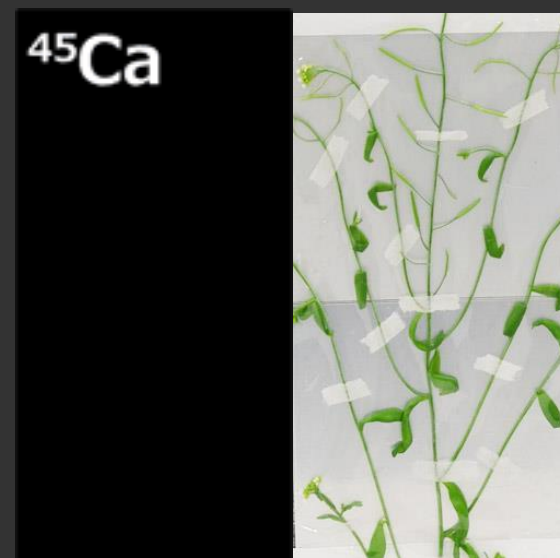
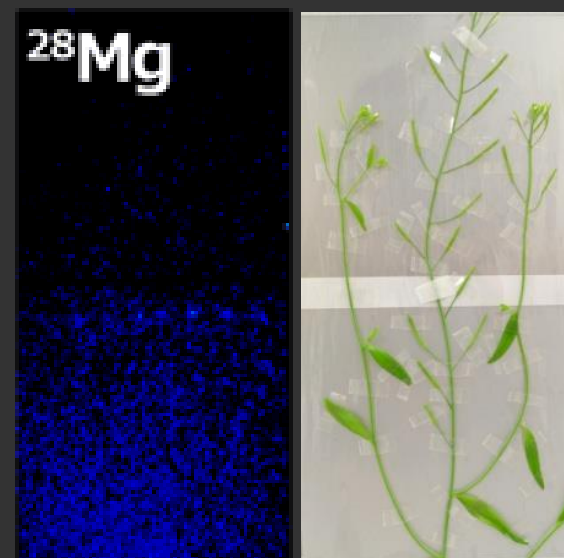
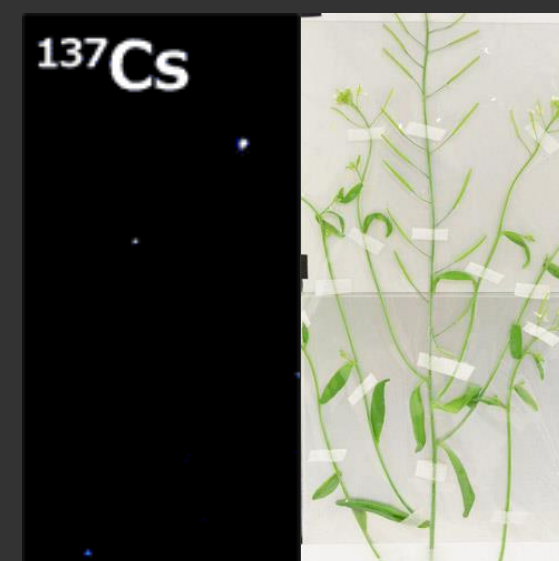
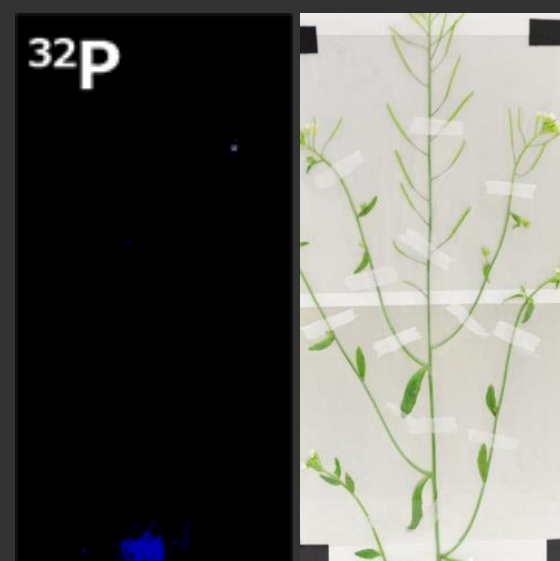
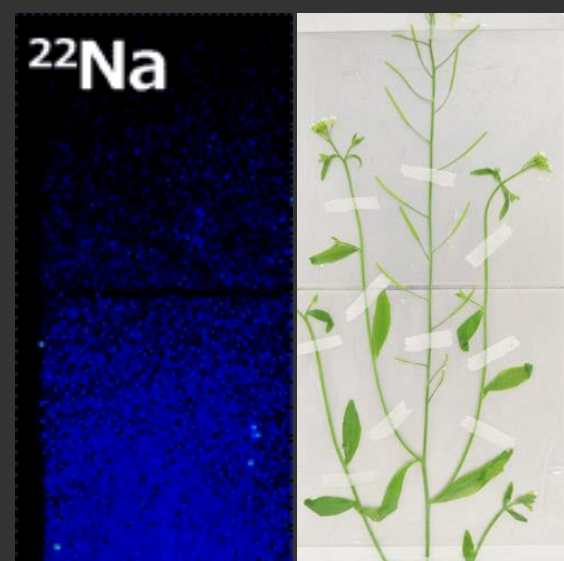


放射性物質

均一

集積

局在



少 ← → 多



0 24 h



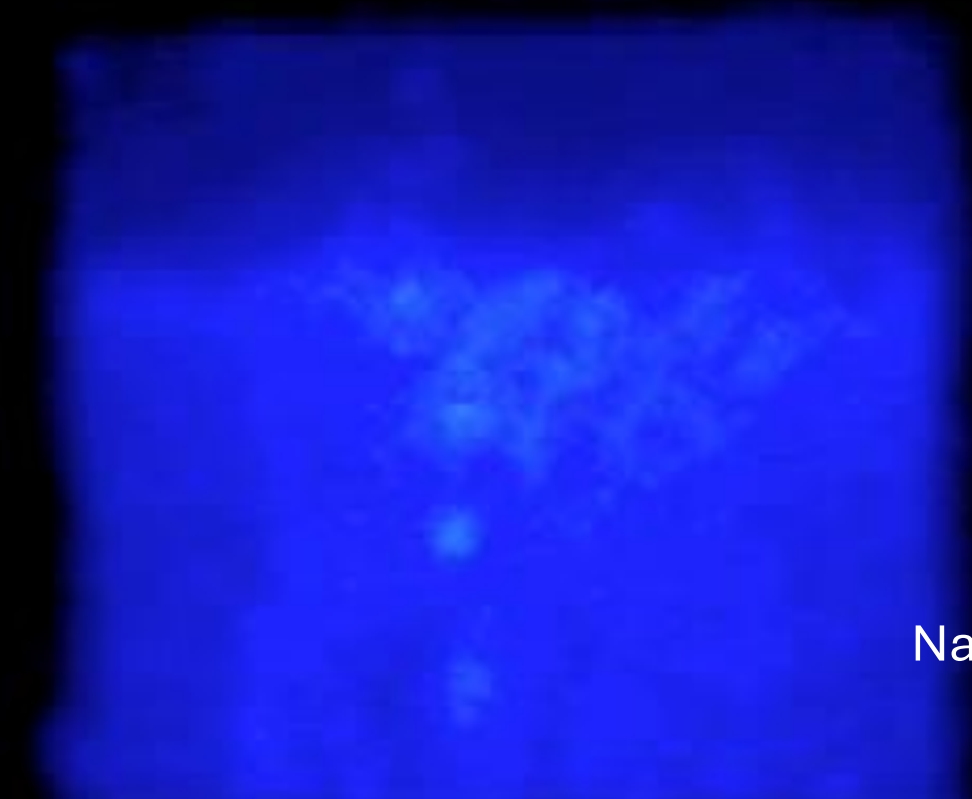
止まっているようで
止まってない！

ミヤコグサ

リン酸肥料
の吸収

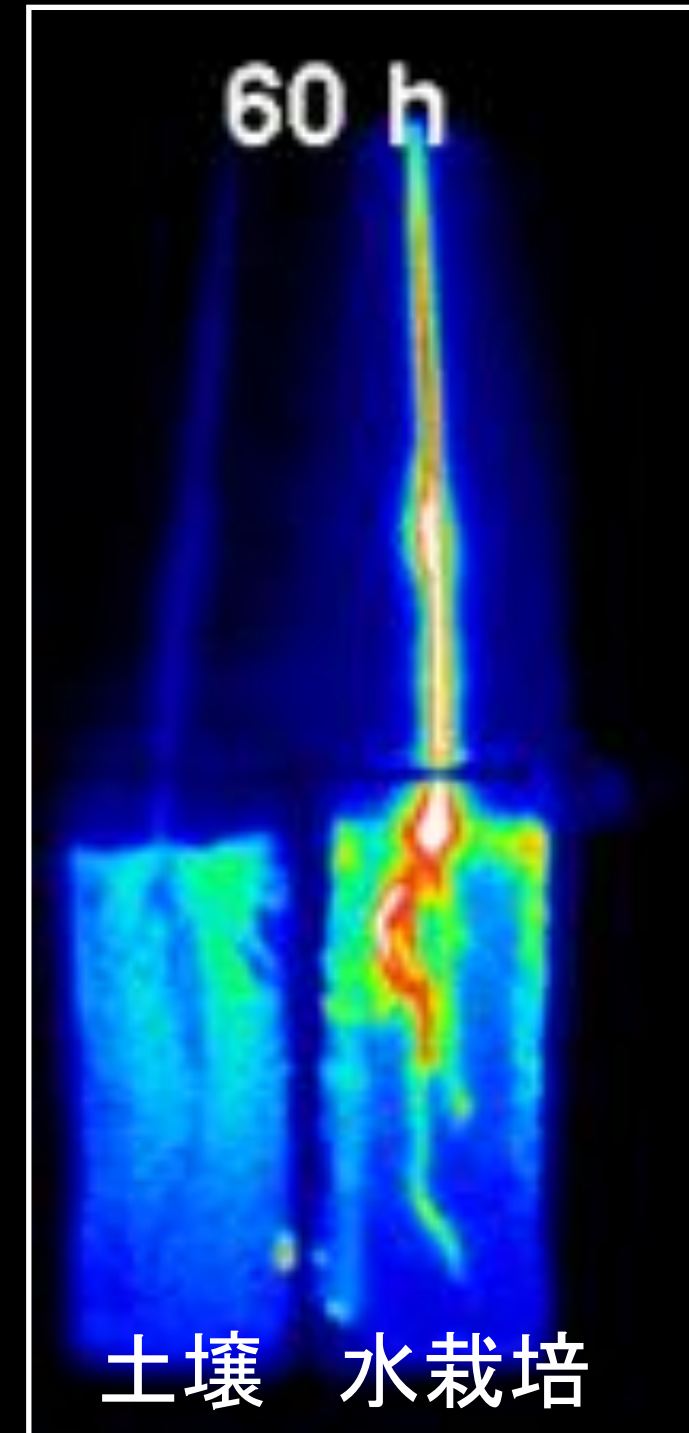
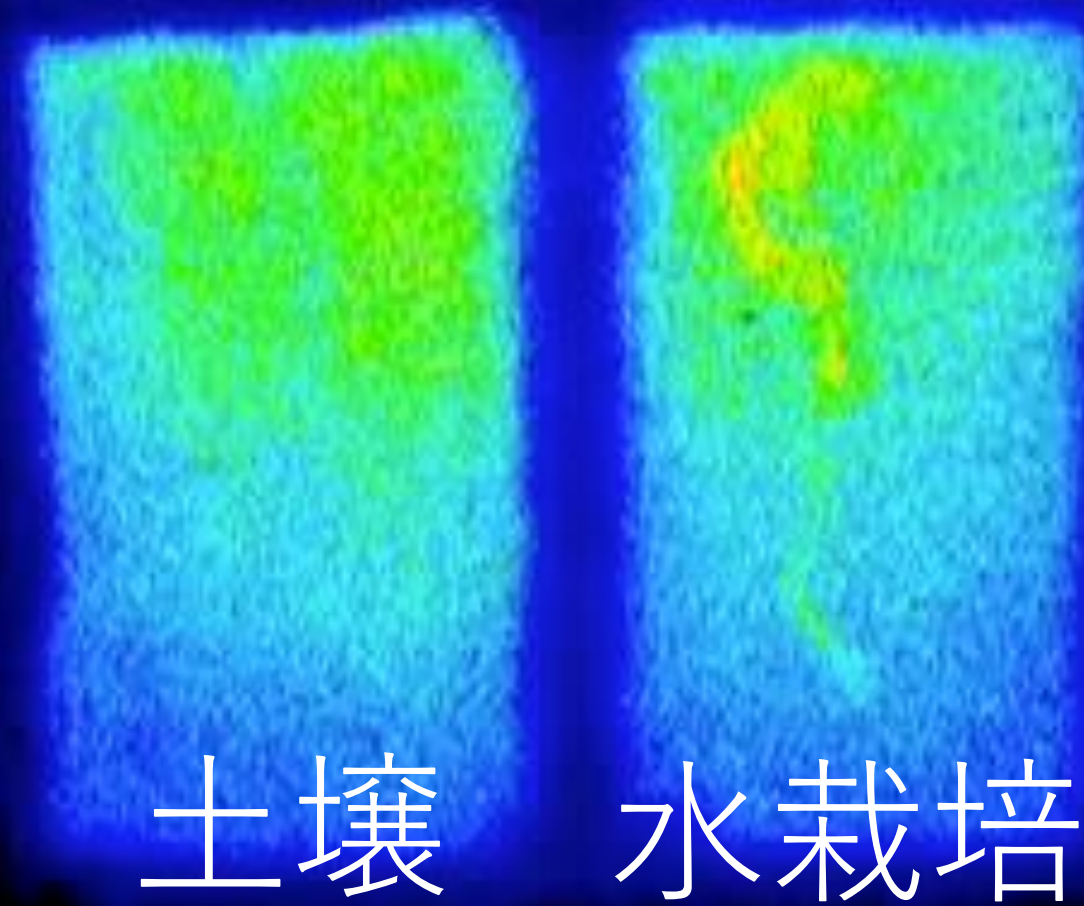


5 cm



Nakanishi et al. *J Radioanal Nucl Chem* 2009, 282, 265–269.

イネがリン酸肥料を吸収する様子



イネ 放射性セシウム

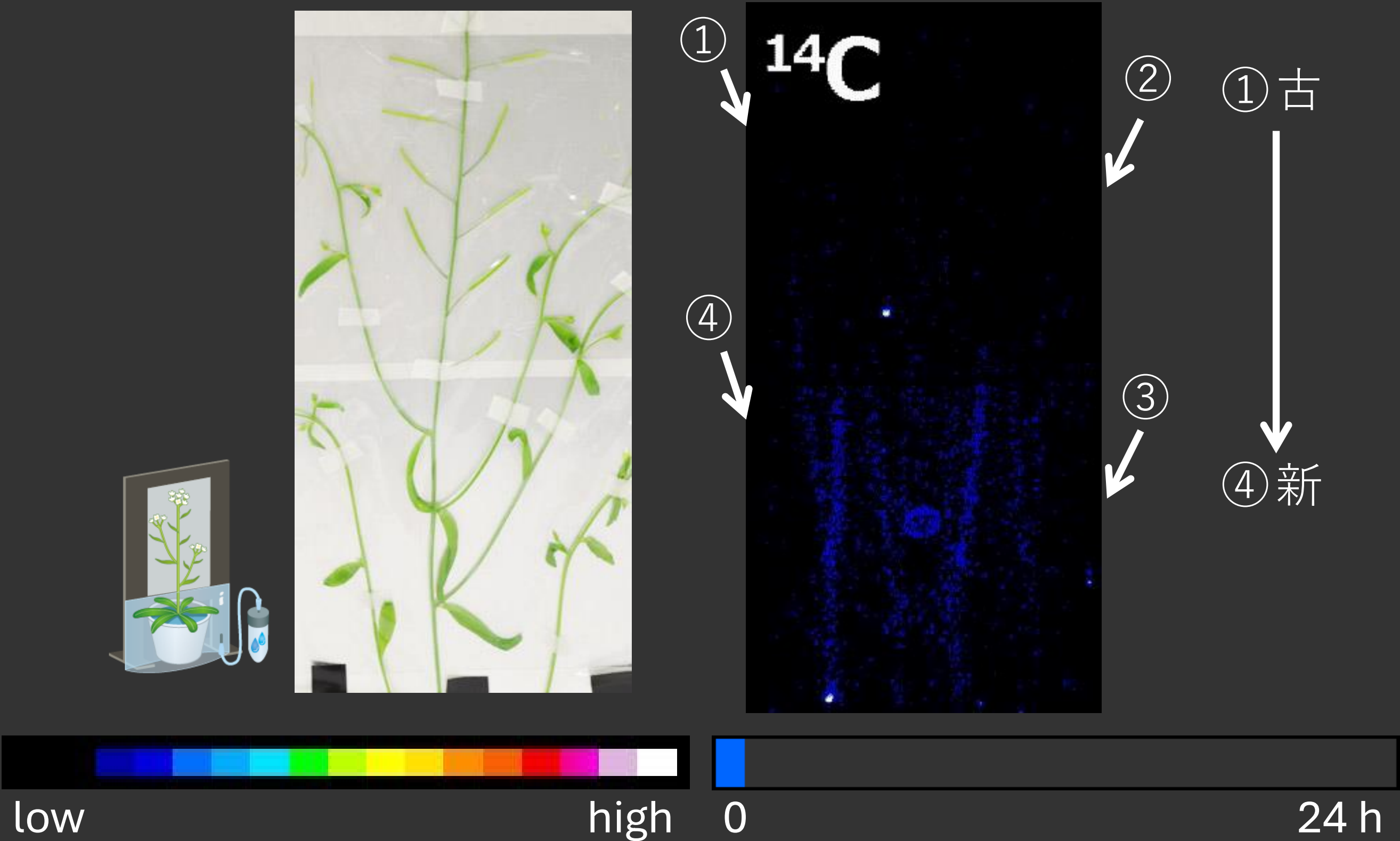
土壌は
セシウムを固定し、
植物に吸収させない

水栽培 土壌

Kobayashi, *Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident* 2013;37-48

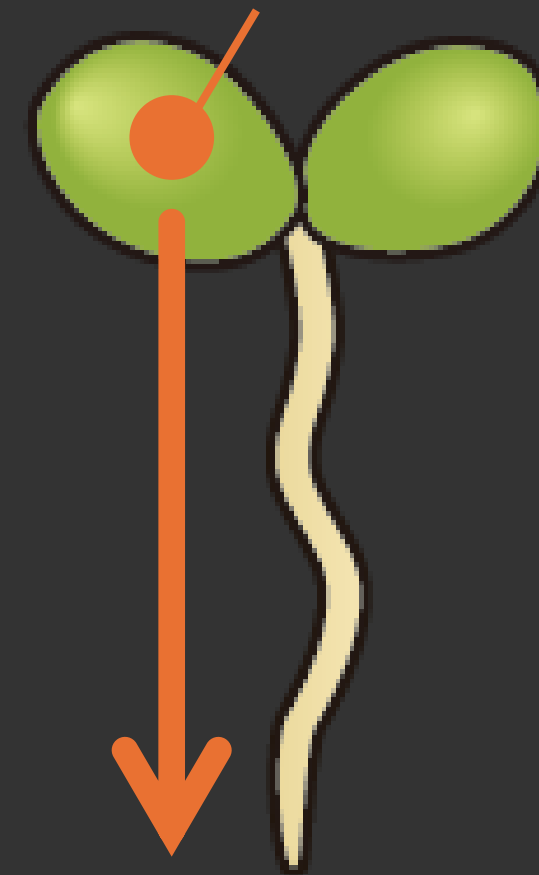


光合成した糖の動き



葉から根への輸送

放射性物質

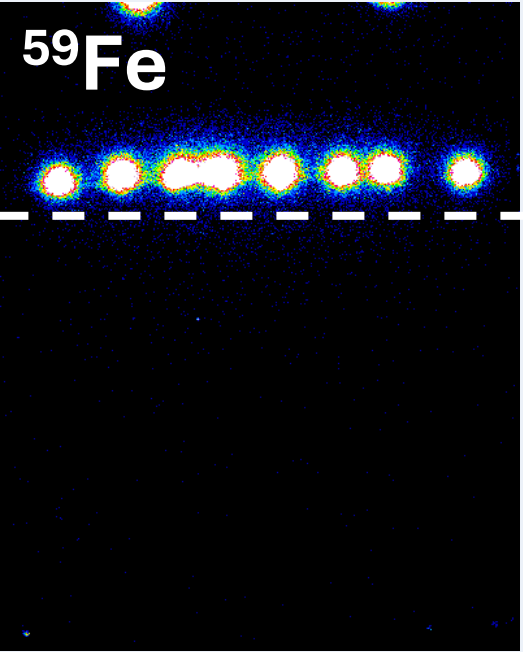
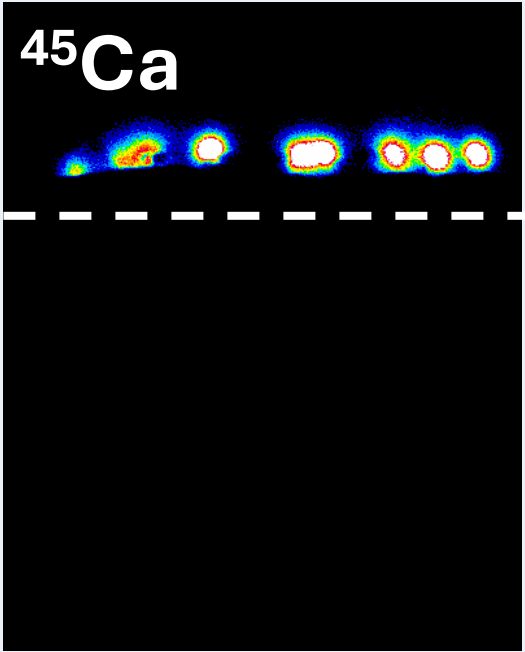


葉から根へ 輸送

未検出

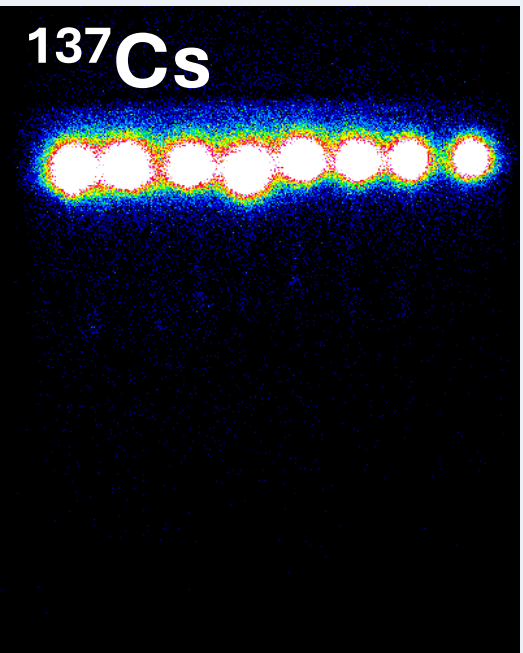
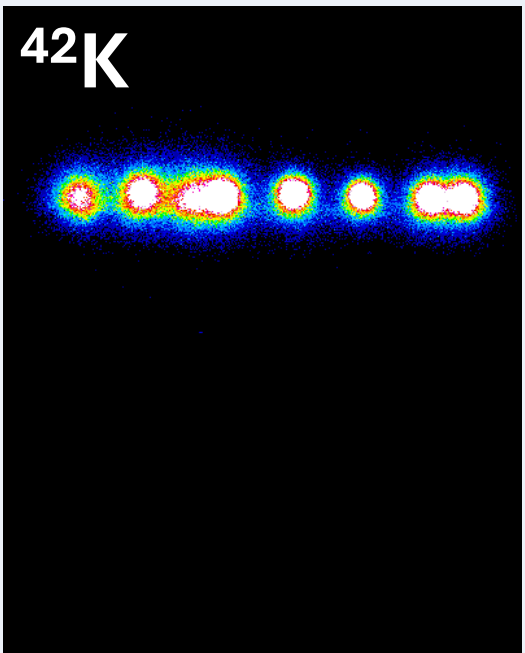
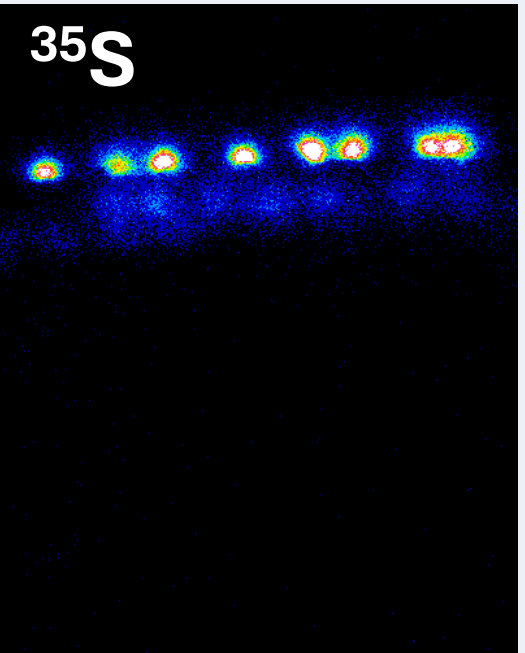
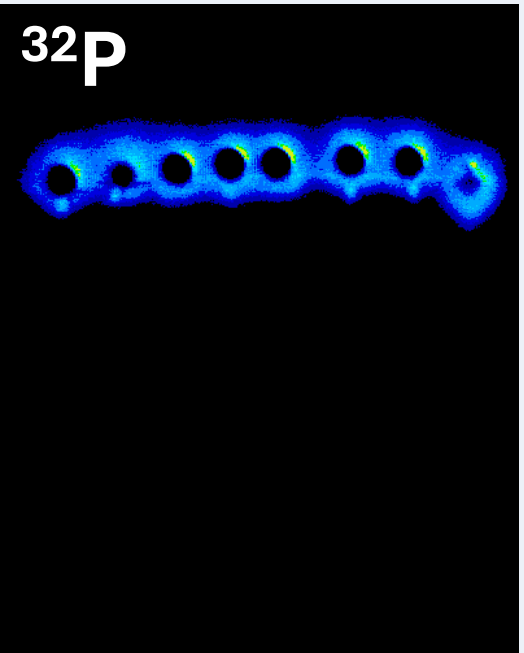
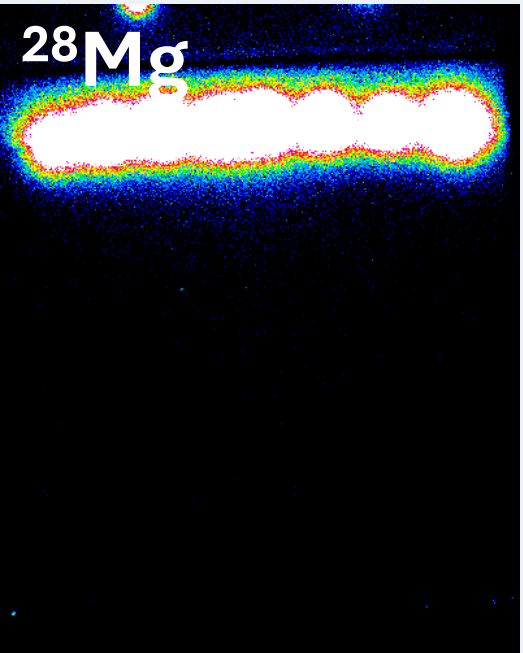
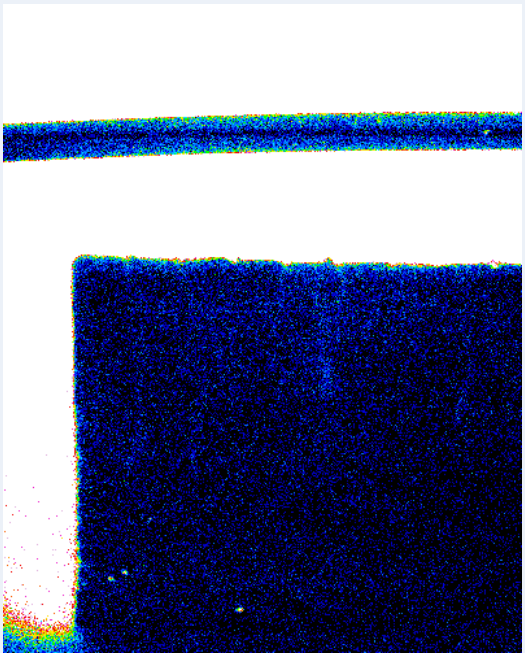
局在

均一



地上部

地下部



植物体内は
物質が行ったり来たり

0 h

24 h

植物研究への利用例

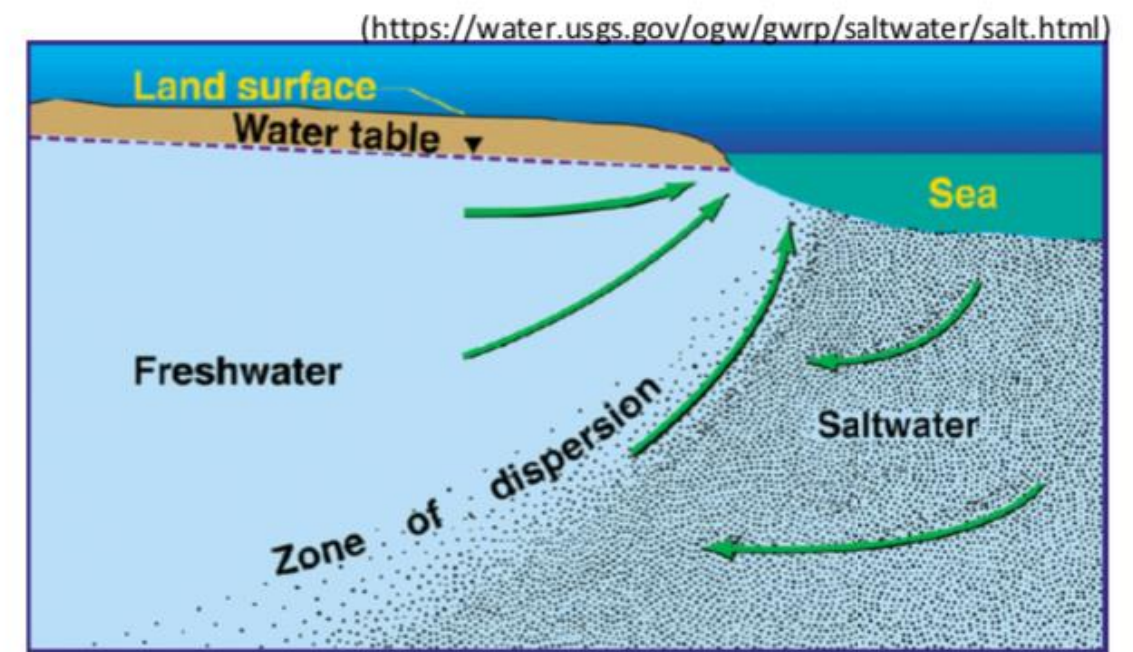
植物による ナトリウムの 排泄方法

土壌の塩類化

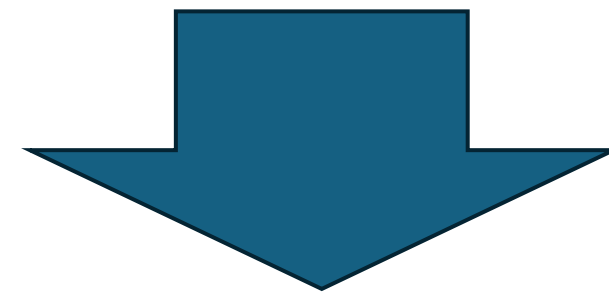
灌漑のしすぎなどが原因



Arid and semi-arid regions



Humid and sub-humid regions
(ingress of seawater)



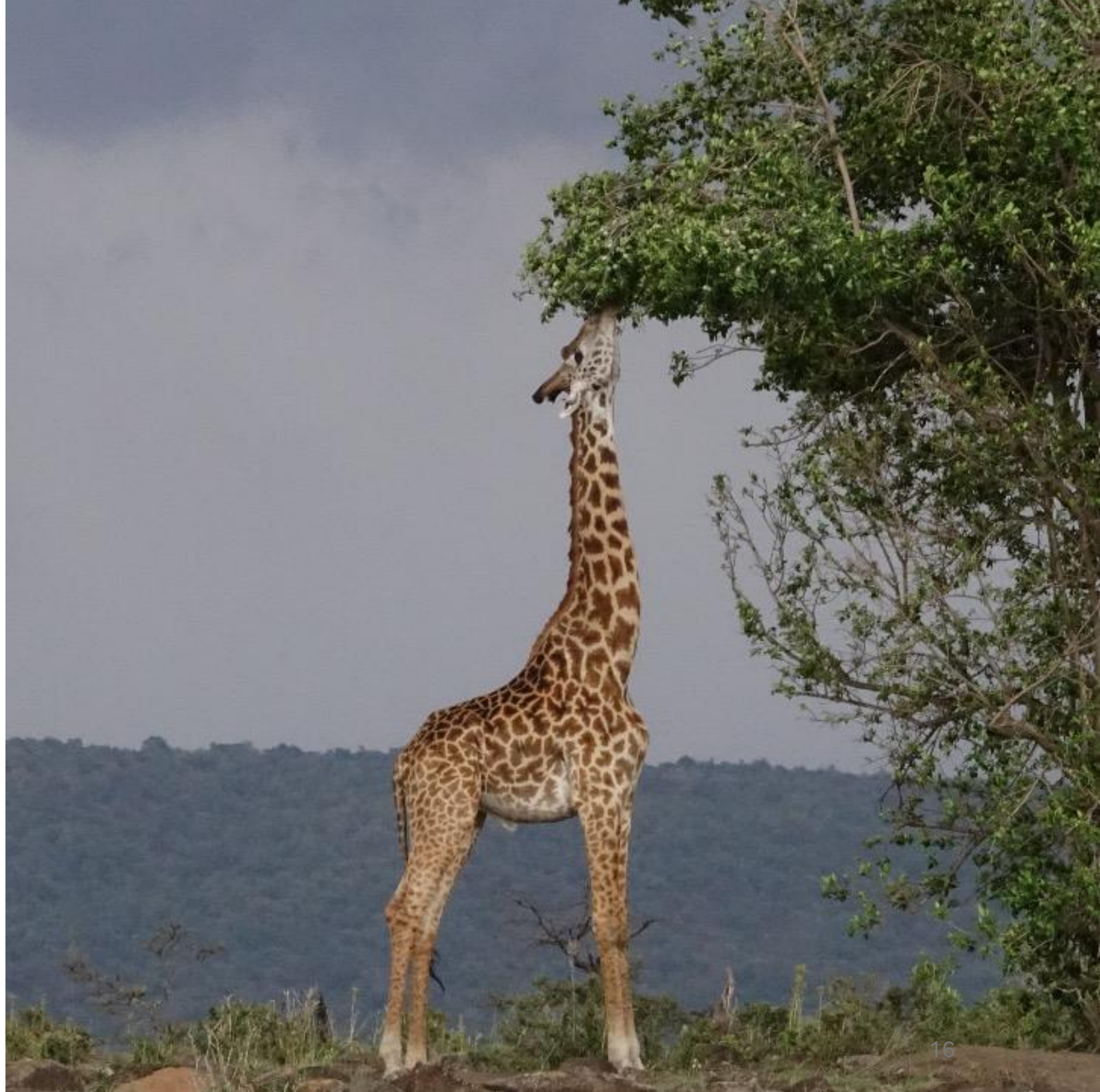
塩類の中で最も問題となるのが、
ナトリウムイオン (Na^+)

作物が育たない！



植物は
根をはった
環境で
生育していく

植物は
排泄をしない



植物が ナトリウムに 対応する方法



VS



戦略 1 根から ナトリウムを “排泄”する



(植物は排泄しないと言ったばかりですが)

植物は、Naだけ排泄（排出）する機構をもつ

The image shows a periodic table of elements. The word "Metals" is written in large, bold, black letters across the center of the table, covering the majority of the elements. The word "Non-Metals" is written in smaller, bold, black letters in the upper right corner, above the elements in groups 13-18. The periodic table includes groups 1 through 18 and periods 1 through 7. Lanthanides and Actinides are shown at the bottom. Elements are color-coded: blue for metals, yellow for non-metals, and red for metalloids. The elements are arranged in a grid with their atomic numbers and symbols.

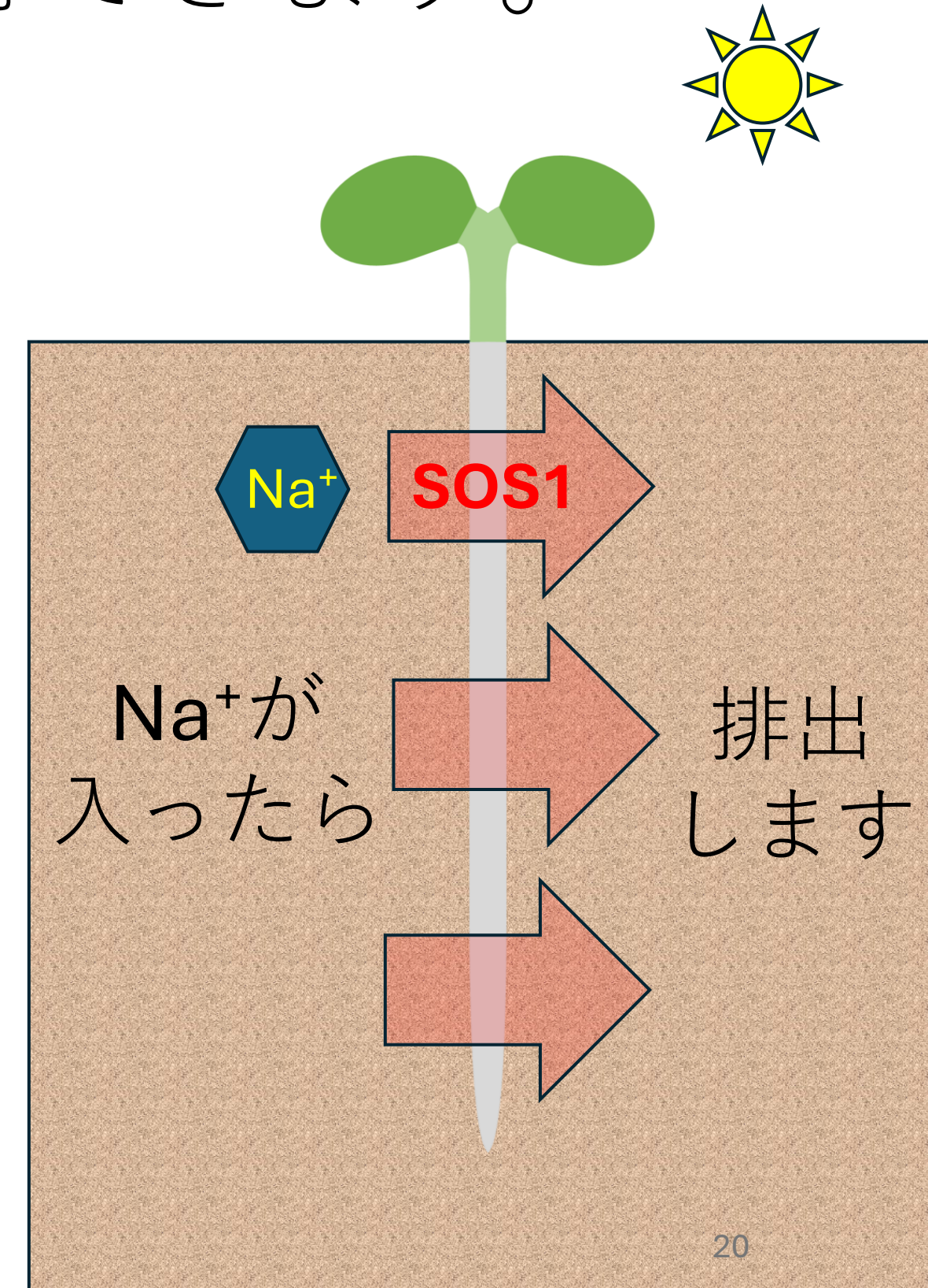
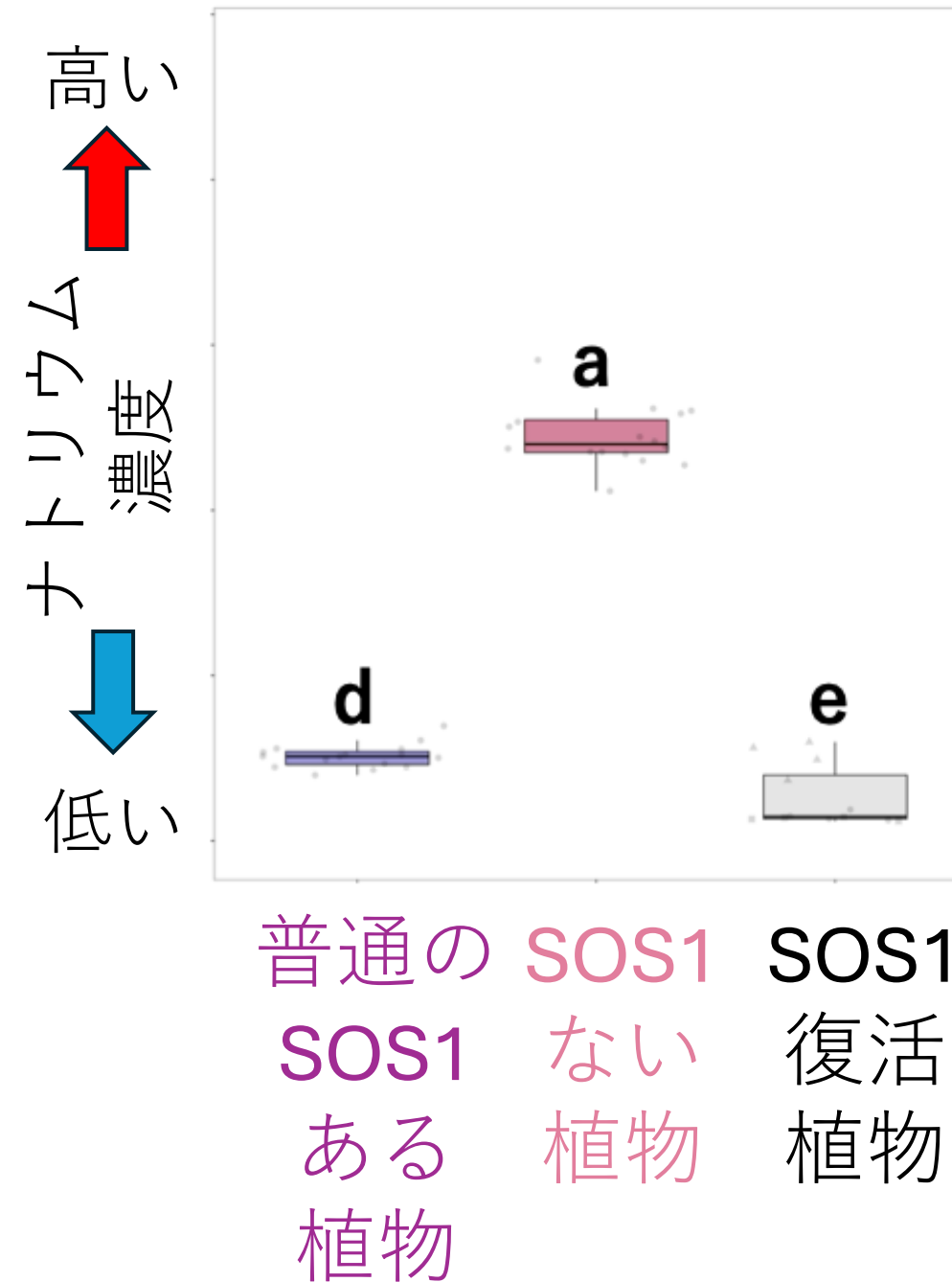
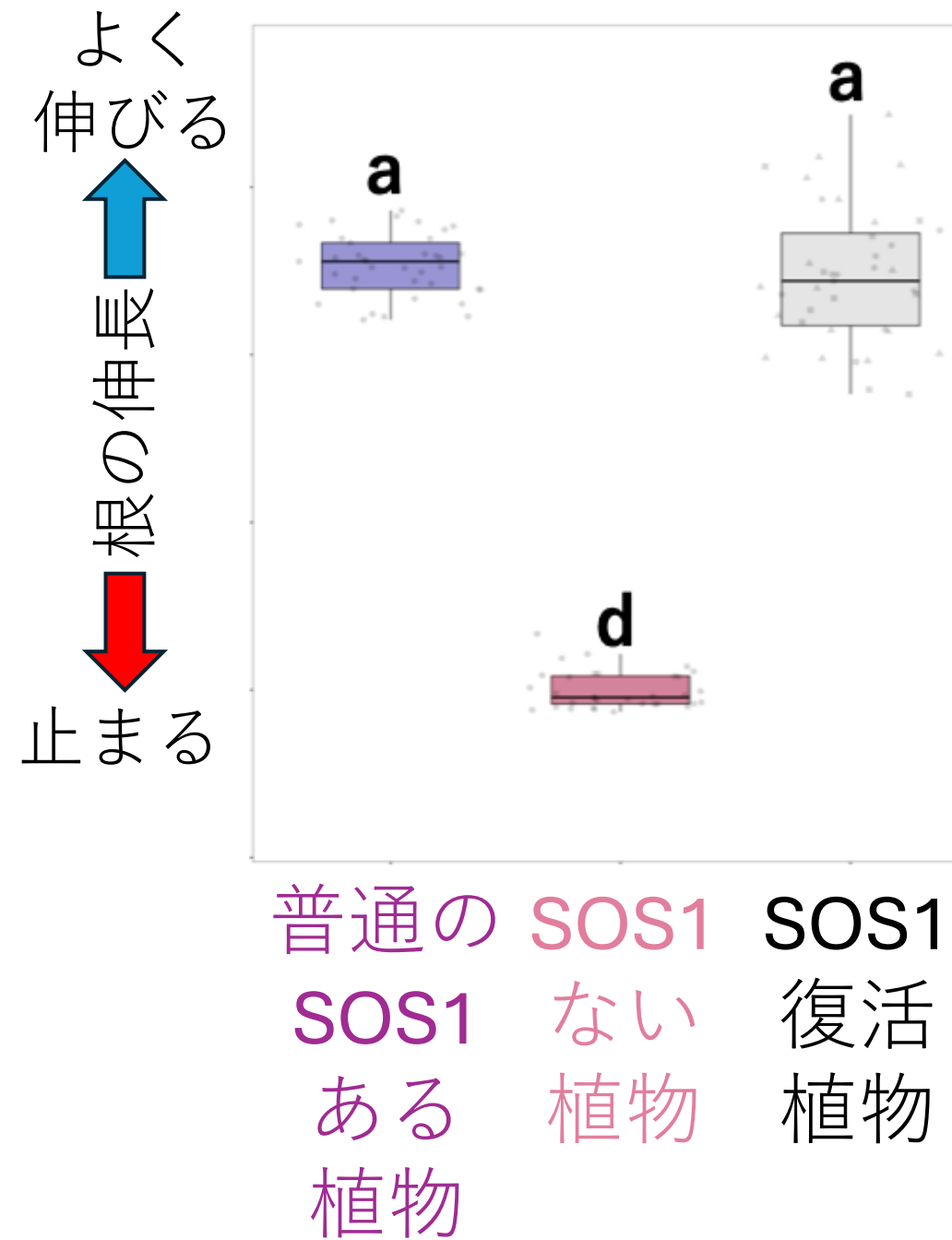
Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

毒な元素はたくさんあるけど

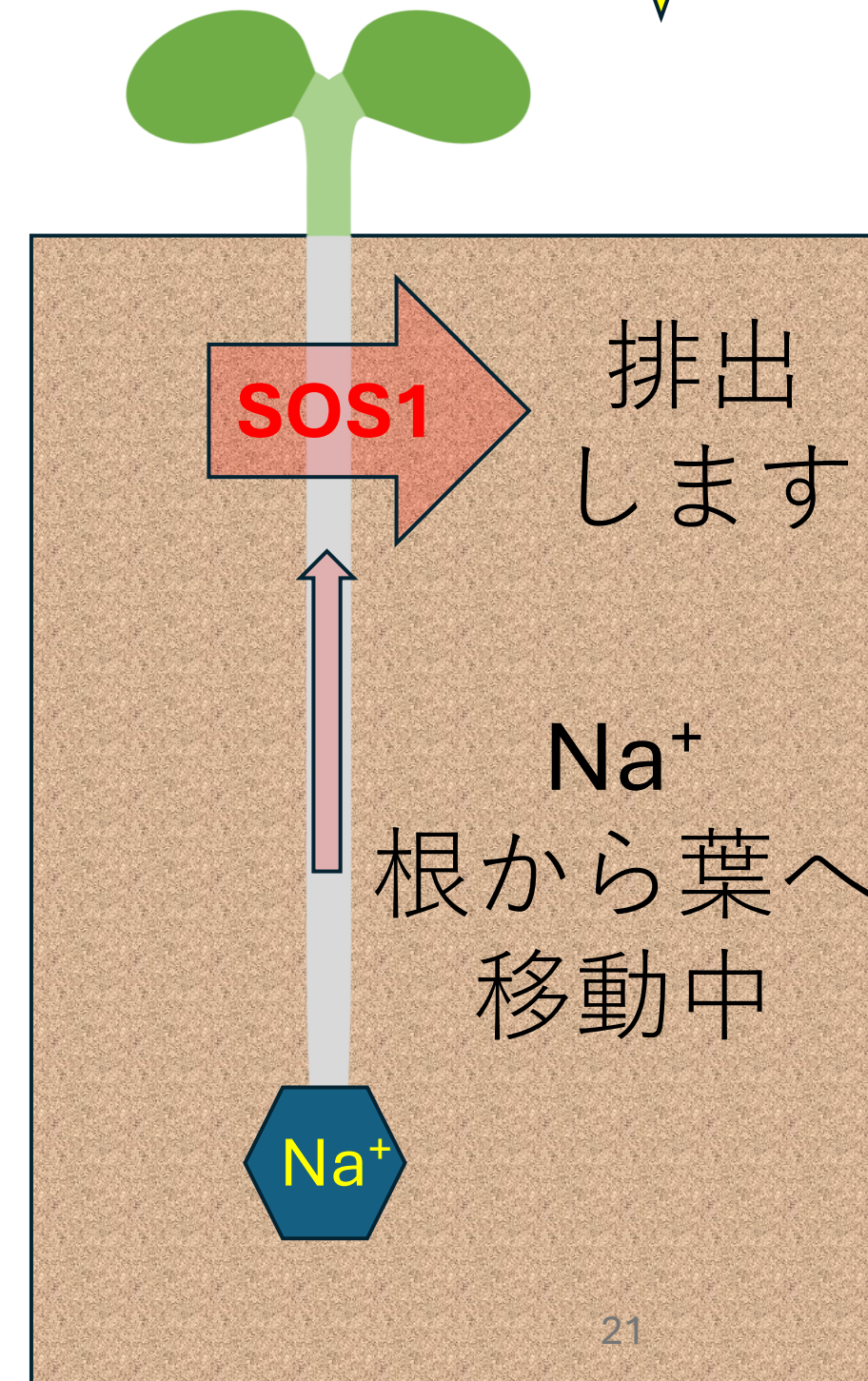
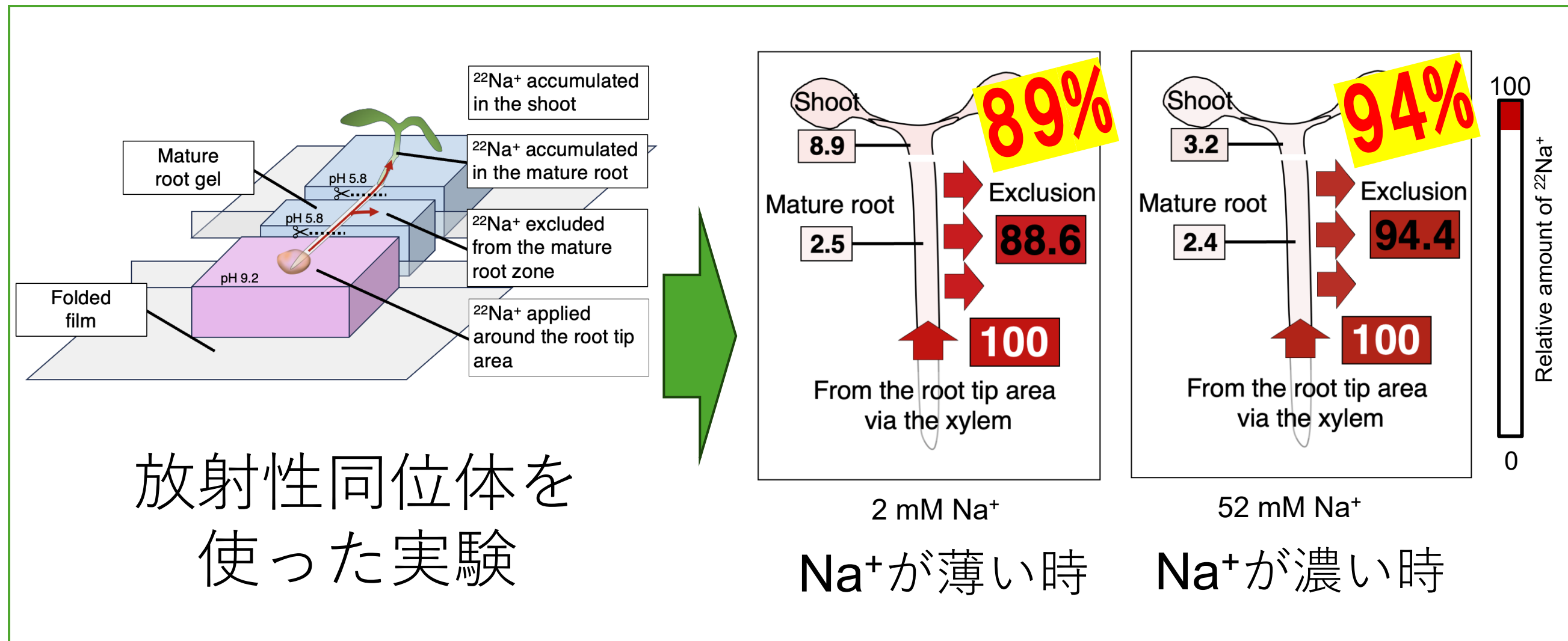
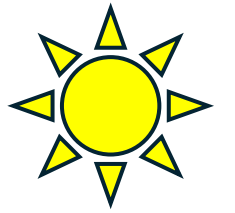
（Na, Al, Cd, Pb, Ni, Ag, Hg, Cs, U,..etc）

唯一、Naに対してのみ、排泄（排出）する機能があります。

SOS1というタンパク質があると Na^+ を排出できるので、生育できます。



根から葉へ運ばれる途中でも Na^+ はSOS1により排出されます



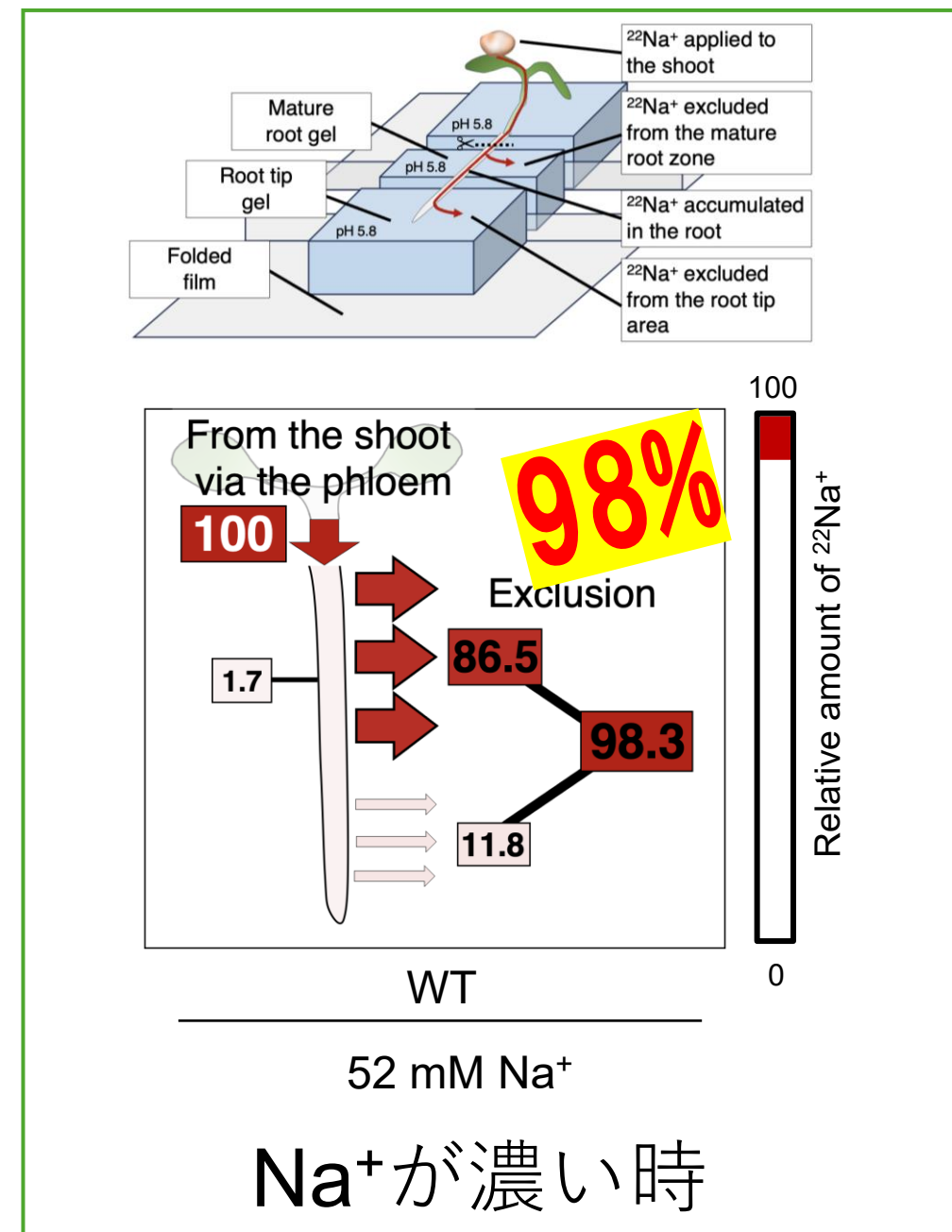
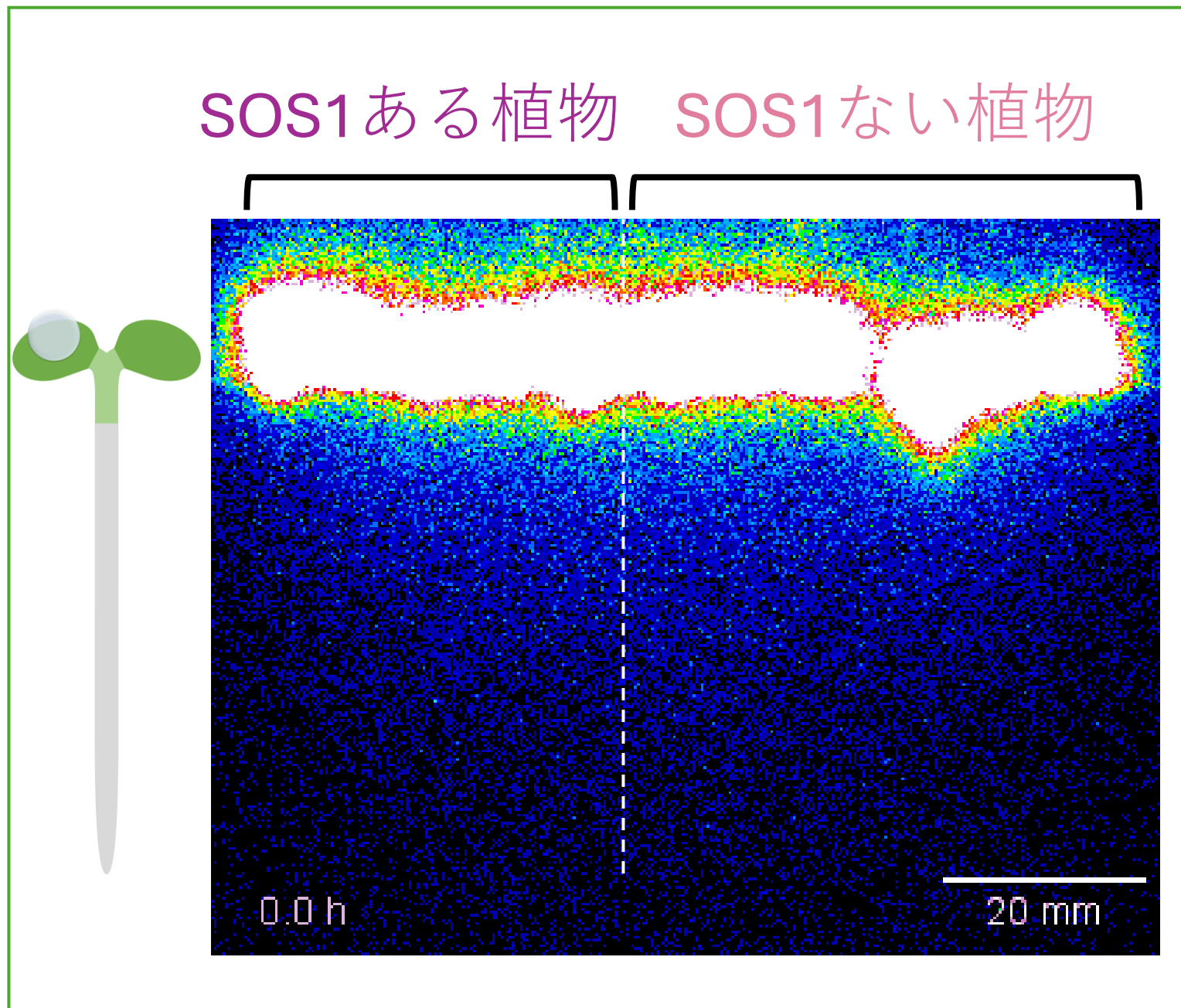
ナトリウムが葉に行かないように頑張っている。

(それでも、ほんの少しは葉へ到着する Na^+ もありますね。)

戦略2
光合成をする葉
にきたら
根に送り返す



葉から根へ送り返された Na^+ は **SOS1**によりすぐに排出されます



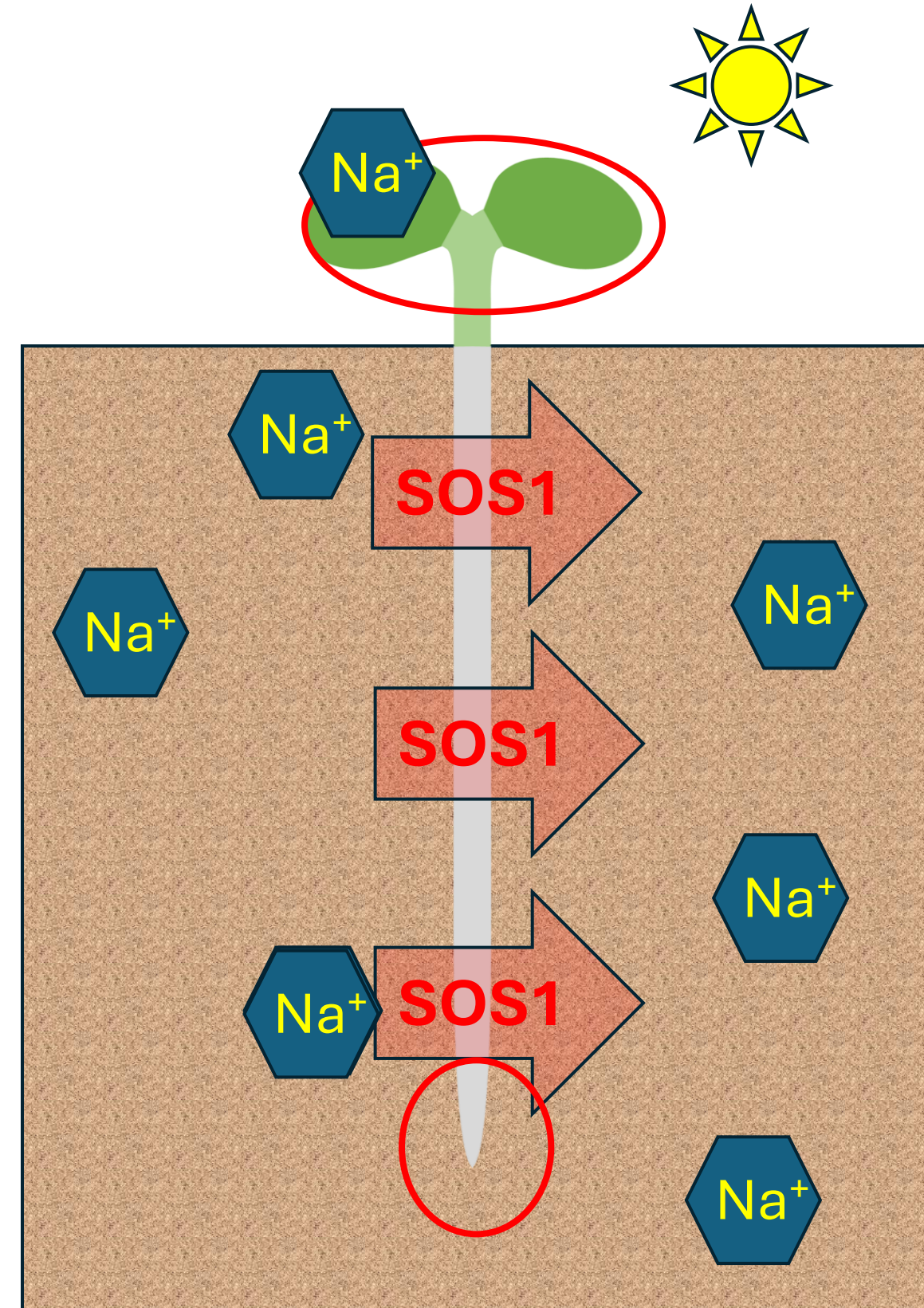
ナトリウムが**根の先**に行かないように頑張っている。

まとめ Na^+ を大切な場所に行かせない！

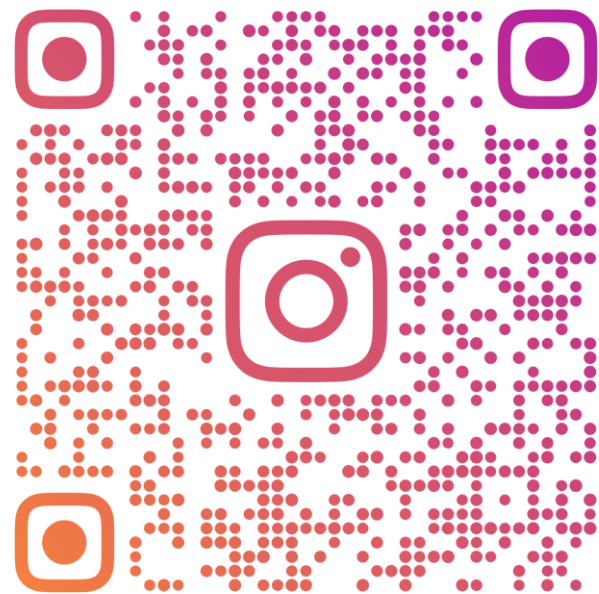
大切な場所とは

「葉」：光合成の場
「根の先」：伸びるところ

植物の Na^+ 排出を
よく理解することで
将来は塩水でも育つ作物を！



ありがとうございました。



KEITAROTANOI

インスタやってます！

植物の根は 塩を外に 出している

東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻
放射線植物生理学研究室・教授

F-REI 植物イメージング研究ユニットサブリーダー

田野井慶太郎