! " #$

! " # $ % & ' ( ) * +

, - . / 0 A1

% & ' ( ) * + , - . / 0 1 2 3 4 5 6

! " # $ % & Masataka Yamada ' ( ) % * $ % & Takayuki Miyadera + , - . / 0 1 2 34GPTs56 7 8 9 & : ; < = ; > ? @ A B C D E F G H I J 2 AK=

L 6 7 I 2 3 MN L O P Q R S T U & V W X MY Z [: ; < V W X = \ ] : ; < ^ _ . ` a b c d e GPTs M f ; < X g h i j k ` a & l m ^ n o p q r s ? @ = g F 6 7 8 9 t u Mv ; < ^ w x F y k h i j k & z { | } ~ ! 6 " ` a & = ] t ML GPTs 3 Mh i j k & ` a # $ % . M& ' X b ( ) * ! 6 + , q) $! 6 =

- - . / & 6 7 ; < ^ 0 M ? @ 1 2 3 4 s - 5 6 ~ h i j k 3 &) * ! 6 ; < ^ M # 7 8 6 7 9 } : & ; < = > 8 9 ? @ - ? @ & > j =A B D B M) * ! 6 ; < 8 9 g & X i C D $ F 6 7 ; < 8 9 g & X i =

E 0 M ? @ 1 2 (V W F G 4 s - 6 7 ; < 8 9 g & 0 H =_ . 0 H g 6 F ; < ^ I J 3 M; > K L b M . N . O 8 9 P 5 6 & Q R S T U V W B & X Y =

2 3 0 4 5 6 7

https://doi.org/10.1103/PhysRevA.110.062210

, 8 9 %1

% & ' 7 8 9 : 9 ; < = >

Q Z Z [\ % ? @ 3] L Tual ^ _ ? @ ` a ` & b c d p e d = ; > ? @ A B f D E F G g h %K=

i j k M l H m 6 n ` - o ` & H I P p + } ^ M f _ q m 6 w D b L r C 3 w s t u v & ' ww x y & 3 w z { & M| } U V ~ = _ L ! ` g " & # $ % ^ h P U [ M M % & ' o ` L v ( ) * + 3 , - * & . $ P / G 0 1 2 3 M 4 5 - | $ & : ! ` ^ =

? @ 1 2 6 8 7 8 9 : P ; < G & Lu-Hf = > 2 Q M ? @ - ` a ` w ? P L @ $ A G : B : - ( ) N A = C D E & F ! 5 G H $ 7 Schneeberg I o & . J K L M N O & P Q R o M? @ 1 2 g S O 1.2cm $ * & ` a ` T U e U ? @ M! ` - 5 O A D : R & V M# D W ! ` - v > X =

? @ 3 D B M _ Y z { Z w [\ & ` a ` b c M . / D b L $ /] ^ & . $ - / G _ ` a = _ O b 7 c d - g + h o 3 l H m 6 & : x y ^ h & e f . g M # h i - ` a ` W [ _ Y o ` j k u v S D b N A & l } m n o & W 8 =

2 3 0 4 5 6 7

https://doi.org/10.1130/G52772.1

, : ; $ % < < = 1

CO_2 ? @ A - B C D E F G H I J K L M N O P Q R

p Z q r s $ % & Camille Hankel t 9 - CO_2 : u v 1 g $ w x - k y z { p4AMOC5 | ' } ~ & ! = C M; > 2 " D E F p ZGZ [\ % * * # K=

AMOC w $ % & ' & . O > ( ) A R D ML o 5 1 [& ' + , & ! * M+ ' C { p , } ~ = \ ] - @ ? @ . / - AMOC g & ' 0 Z 3 : R 1 u P 2 3 4 5 & ! 6 Mf ; g 6 7 > 8 AMOC g 4 5 + , 1 & 9 : ^ M ; < ? L o 5 = > X ? 3 @] ; G : ! ` ^ =

L _ A ? @ 3 M ? @ o L . O B e & $ % & ' 0 3 3 D t i AMOC g : R CO_2 C c v G & ! 6 M D B L CO_2 + , D G ; R & X Y * MAMOC L E \ & CO_2 + , v G * F - * E C S & } ~ =

? @ o c i - . O AMOC- G x # H I - G J m K M? L M - { p & * N M# U V - g 4 5 + , v 1 & l m =AMOC g v 1 9 : & U [MO P L ; R CO_2 Q G * R b : R & ' MS T : R & U V G J W + = _ h i - 4 5 + , & v 1 ! X w $ % & ' + , & > (Y Z [8 =

2 3 0 4 5 6 7

https://doi.org/10.1073/pnas.2411357121

, > ? @ 1

S G P4HA1 T U V W X Y Z [\ ]

T L \ x [ ) ? @ , & \ % [D B M] k ^ _ ` 4- a , b 14P4HA15c d e e $CD8^+$ T f g f h c C # j Z i j m k P j k ^ l m n i j = C MC ? @ A B L o D E FG p f g K=

? @ 1 2 D B q r P4HA1 & x [M w $CD8^+$ T f g D , & > (. s [7 M L m n 4 p t u A 4TDLN 5P v w & m n x { y 3 z { : . =

P4HA1 " | L o U h 3 M . N } / & ~ - ! " N P # $ N X % & ' ( ) N * { M O P o U h + c , . P f g - . M R S / 9 f h f g c C =] k P4HA1 b C 4 6 8 ^ P a 0 ^ TCF1+ $CD8^+$ T f h & c C M R S } 1 m n w TDLN P 2 3 3 & - . D d M e 4 z { 5 6 7 & j k ^ l p i j m 6 =

? @ 1 2 c i M p 8 3 $CD8^+$T f g g P4HA1 & 9 O F 4 D i j : ; A < M_ c d - . Y 3 k T f g &] = Mb 8 F W h m n & j k i j) > =

2 3 0 4 5 6 7

https://doi.org/10.1016/j.ccell.2024.12.001

! " # $ % & ' ( ) * + , - . / 0

http://paper.sciencenet.cn/AInews/

! " #$ % 2025 &' ( ) * +

1 2 ? @ w& ' + , wA B D B C C 1 D 1 M \ % KL o # D " E M+ = - 2025 > F p > 8 & \ % T G =

, - .

H5N1 M N O P Q R S

H > p : I J 3 K L O M N O P = . w p Z c ? Q - R f L S T 3 $ U 0 V D & H5N1 W p : X Y =Z i 2024 > 12 D & . A [\ M$] T S ^ = b c] _ F E ` a W b : c & T d M # e 9 X Y y f = L T X : e U & j g h I i] j R b A B M \ % [z j c E k g I U [l m $ @ L : c H5N1 X Y & 1 n F i B 1 x & o R : c M t p q ' q 2 r r s Y : c & 1 . / F t : E C S & u X = " w H5N1 L v w Z H 3 & y f M % x y : c 1 2 Mw ? F [v c d E @ & e , z { M #) | 4 D j X =_ Y X Y } L 1 ' 1 ~ y f M \ % [Z N g E 6 ! " =

/ 0 1 2 T U V W X Y Z [\ ] ^

\ % [z j H > c d A [g l & ' + , & . O > (z # = M $ A [$ % / % & h = > & ' & . > = (, ` ) * ) + Y Z & > M = > 6 , - . r C / ` M L N 0 L > 3 1 > C L 2 1 O 3 D = M2024 > 4 ' 416 5 6 = 7 Z 8 9 wb : b c 0 P ; <) = & > v ? @ M } L ' $ 6 Q A c 0 & L i 3] M % m B &) * C D > : 7 [8 g l =f w M$ 4 q - $ % / % & h = > & ' & E A F M $ % b c 3 C N G H > S I c W BJ K L M= > M(t 4 M = > 6 N h q O P , f 1 u = t B] " w , M 4 5 & / Q 3 , 6 y L O R S =

3 4 _ a b c Q d e f g h i

L T & . > E M \ % [z j L a W B X T U & , % } V 2 3 d p W X M [? @ B 1 2 & U [c d T o Y = c Z M 5 M[b wQ [P b H [% ? @ 1 2 . \ (1 &] D w2 3 w^ 3 P _ 3 F ! 3 ` a b s & c H w d * P e H & X % H =B L M? @ 1 2 } L ( T U > N f k & ) g 3 ? @ _ Y X % ) % + , =2024 > MA B % [ L L 3 h i Z 1 & T U 3 D B - j k l * & , % } V M_ q 1 b m L 1700 > e 1855 > M; > ? @ [ - U n @ & ? @ P o F p q c d - _ ` = \ % [z j L v n B X T U F ! 3 r q E @ & , % } V MS T 1 2 s B & T U F ! =R f e U & . A ? @ } L t u v % w x y & X % H M M E k g - U A z X P { j > u X | } ! o F ~ O ! =3] q ? @ . N ` a " < wk # P B $ > % + X & H h & X % H M r s ' (- B 1 2 w | }) G * \ + & =

5 6 7 8 j k l m n o p q r s t u v

, - . b / [P 0 1 9 ` o z j M L . - $ U 0 j 2 L Y 3 u j g & 17 O Z [M H > & 4 5 3 u X b P 6 7 1 L c d (z } 7 = 8 9 : M ; $ < & H G O Z [H > , = 3 u j g > s 4 5 / U j g r Y ' ? = $ % j g i j @ A4GAVI5 & ' M2024 > M 2] 500 B h 4 5 L 12 O D a e 7 r Y - j C & D E j g 3 & . E = H > MGAVI & R F w G H 25 O Z [& 1400 B h 4 5 = ; < I X 3 u X b wJ * P 6 7 & K i L i H D L M M f ? @ 1 2 E , ML 4 5 r Y j g & g V M6 C c N q D X 1 * N = 2019 > e 2023 > ML > wO P Q P R : S & h = A R G H - 200 @ B h 4 5 =A B z , Mj g r Y 4 S 8 3 u J * 4 5 1 L } 7 - C 1/3M4 6 7 1 N T - 13% =

9 : " w x P y Q z {

U F V 7 & W : X Y Z [" \ , F H >] ^ _ ; M_ w . \ (p Z ` _ & a [ j s b M? , % + [ " % & - @ ? @ I J = [ " \ & M b c 8.4 c M1 d 3 [ e F m n ( f g N q & h O [ ~ & + , = Y Z [ " \ i ] ] + M 5 ) $ & ; j Ms o A ( k l m m Mb M L 5 n a % + U o = . N , p * & : q ' ` Z : q e U 9 6 MC ; j b M < ! ` U p q r Z w_ G D b + , MM % h ] i B s Q , & [ h M 9 | M f o t & u v P * U v ww s v j 3 x D & = v Ms o y z U v {{{ . T | } & G ~ v ~ 0 & U v = Y Z [ " \ 1 ! , D B @ & 1000 B ^ _ F &J | + M=Y Z [ " \ & " # 3 S T ` a L v $ % & ' & (c 6 & * + M M %) * (H h | } +) v j W , =

; < | Q } ~ f ! " # $ % & ' ^

. , > F p Z 0 - w ? F , ^ 9 . / Q 0 W [j C ? @ d c & . R D & 1 2 } L 2 3 ~ 3 = $ 2 1 5 > Mp Z 4 P R w. b ' , 5 6 # R F @ i D 7 . ^ 8 c 9 ; M s o F ! c : F ; M % % < P v n j (& 8 c = + ' ? @ , L H > D 7 T & 9 O 2 = = : 7 f M. O (> ? % [P , - . b / [ ) A & @ A B 2 F g C 9 ; c i C D ME F } 7 . / P L O / 2 & Q 0 M z t @ c 8 G 2 P v n ; H H I = ; < _ w M

! " # $ % & ' (

7 8 9 : 0ALIRO PIZARRO D AZ

p & > ? C D M f ? > v J q U P P p Z 4 P K Z F D 2 & L J = M N 4 k } O P 0 - b c F Q R _ . C D =5 > f Mn & S . T 0 - e Q R - E f 8 c 9 ; @ A B 2 F c i & ^ 9 U P " < Q 0 & C D =

= > & ( ) * + , - . / 0 1 2 3 4

T M N p Z 4 k & } O P 1 D 20 I : " Mf n . : E , N V * 0 - U 0 P W } X Y M _) p Z \ % [: q : Z = n c h & G U [2 i \ ] S) v $, ^ < & \ % j (M v 3 S T p Z Z _ . b ? @ * = \ % [3 `] 0 - b c F g \ ? a b e U c + M # W ~ \ % d 8 0 1 $ G =L } O P S . T 0 -J , e M& & ' + , w b : b c 0 ? @ M M % f L g) E @ S < ^ & \ ? _ h & ' ? > M| b c F : ^ b q g . =] + = Z M i 9 j 5 L * & - P k Z F D 2 , l y g p Z ; > m n e U 2 o . / = J 5 6 6 K

! " #

) * + ,

- . / 0 1 2 34 5 6

A B C D E F G (H I J KL M+ N O P Q R S T U V W X (Y Z [\ ] ^ _ A ` a b c " d e ? @ L (DNAM f g + h i O P > (Q R j] k l Mm n o p q, > ? @ 1(r s Z t u + N (v w x y M + N O P z { | (} ~ ! + " # $ } ~% ! - HPV&MQ ' ( ) * + , - . / 0 d e (1 2 ? @ 3 4 5 6 7 8 9]

: : ; < = > ? % > @ A - % ; Tim Fenton B M+ C } ~H * + KD A > ? @ (V E H F S G K] 6 T o H Q R I + h s + N } ~ Q R (S J K L M A N O P G M Q R S T U N O V K W X ! -HPV A + C L (Y Z K L]

! -HPV S 200 O 7 M [L T , \ ] ^ -HPV M" _ ` a b u c d ( e f Mg o > @ ] _ ` O P (! -HPV E h W A Mk A - . / 0 i { (+ L ({ W , j U X] k l Mm L - . n o p - (+ F q r i z ! -HPV g s (t M' u 7 v] w x ? @ > (O P >]

$ % ; s ! -HPV l y " z { | N > @ } A ~] T v w p ! M6 7 } ~ S " q l W l # $ + C (% > 5 &] ' (M2019) M* : + , - . / 0 1 < (1 A Shadmehr Demehri u 2 3 4 5 X M O P _ ` 6 t 7 ! -HPV%M muPV1& ( Z t A ^ _ q ` a b 8 9 c M : ; _ ` (Z t i O P > (Q R j N Z]

A & v w L M v w + < = > ? @ 6 6 7 ! x (A B K L]C h L M muPV1 _ ` 6 E D Z t 7 v w + N O P ( { L E 7 ] k F M C h G 6 T H I J - u [ C ; _ ` (Z t

7 8 9 : ; < . / = > DNA ? @ A B CD E F G H I J K (7 8 9 : 0GRZEGORZ KLATKA

K L O M NO P Q R ^ _ A ` a b 8 9 c ]S T J - ( O P ? @ U o A 6 1 2 M [ L V W 7 X o ? @ ~ Y u Z [ ( p53 \ ] ] 6 7 \ ] ( ^ _ " z { 1 2 ( p53 ` aH b c K] 6 T d s 3 i { (? @ e f MQ R g h E i Mk Q ' o j a > k w x e f Ml m g o > @]

_ ` M muPV1 ( Z t ( p53 b c : s n T Z t Z M p ! o } ~ ' p 7 q r X o 6 1 2 ? @ ]6 7 A B K L s t l " # $ } ~ Y S ( 7 u v w + < L v 7 O P } ~ O $ } ~ _ ` Z t w Mo H ` a b n 9 F M_ ` J - u ; _ ` J - x y z S 6 7 { |]

} ? 4 5 M muPV1 _ ` Z t ( O P F Mv w + < o H M B ; _ ` (s n T 2 : M ~ h (p53 b c L S N O ! ? @ (CD8+T ? @] v w Z T " A # $ % L : & 6 i { u ^ ' p53 (Z t O P ? @ Mo H M muPV1 (\ ] (j A z S p53 (? @ L f g 6]Fenton B Mv w 8 9 p ! M " # $ } ~ A ` a b) ! (O P L * o | { + , M 6 7) - A . " / o - . / 0 0 1 2) ? @]H 6 7 } ~ (K L 3 4 5 6 7 Mp !

8 o ? @ 9 : _ ; 6 p53 < R =M> Q R > 2] K v w + < A + C L ? @ A 6 T B C W D] A E F ! G g L MH 2 ? I D J n 9 (K L O P B M N 2 : M S N O (p53 b c u N O P Q (! - HPV]k l M9 : o j a > k w x e f (b c : L R O P S S N T } ~ M6 B " # $ } ~ u [- . U V A n o > G A . q K (K L {]

* : W X Y Z [= \ Y ? % } ~ % ; Richard Roden] ^ M 6 r v w B M muPV1 u ! -HPV S " q _ J O P > ([C v w ` a 6 s : ]C B M` a b k M c d] e q U S f + 5 m (W D KMK 7 g h A W 2 i j c U Q R l i B ( ]

b k MDemehri i A ? @ f k T ? @ s " # $ } ~ U V (q E M ' A B + h - 2 O P > (l i M> 9 m n 6 B o q E 2 3 (o p]k [C $ % ; p y M S T U N O v w 3 6 q [L ( ) o] J ; < = K

2 3 0 4 5 6 7

https://doi.org/10.1016/j.ccell.2024.11.013

> ? t @ A B C 3 D E F d G H I J p Q + K

L | I M N C M ! p " $ % > ; < & ? @ 1 2 L) T . Z i ZG . q - b H %KI r : D " Z M n @ D B - s t u O > v C c b n c $ * N & b I j 9 =

? @ ^ _ D B M * t > v C c O P & w 7 P w x f g 4 M N @ O Y 6 w Q f g D n & W 85; y W 8 & } ~ MM % w 7 z (4 A (& + , w S ") s t b n c $ N T & { [= L S ") s t w 7 3 Mw 7 z (4 E 3 A (F + p u | M_ Y + , F ! < 7 ' v A i Me t O P b < 1 & * N =

? @ ^ _ k h 0 b < & } ? x ~ L 3 { 3 ! " # M # t u q _ b M 4 - $ * t w 7 & b < 1 p q % % =

, t & M ! A ? @ [' ~ - $ 4 @ & * t w 7 b < 1 * N c d - T (F M] j) _] = g ^ g ? D) > : * 2 Q = J O P K

> ? - Q R t N y ' S T U | V W

L | I M N p Z + 2 K _ $ % 7 Q , D < f D 7 & T G , t Z M C < ^ _ X D i 8 7 , % 2 Q i A _ & T 3 - o M5 1 ; g 6 ; M b L % / 0 1 * c S / ` . U = ; > ? @ A B D E FGp Z , % F r K=

T 3 - o D [> t 7 h m 6 / P 7 , % m 6 / L O R D =0 > t 7 h m 6 / . 7 Mb M L a R 0 1 2 7 5 B M 7 8 ~ & b A : R 3 w , H & 4 i H = _ q H h u s Y I s 7 , % m 6 / ML 5 - 6 i 7 & 8 , W 8 * b A _ =

[c ; 5 1 M ? @ 1 2 D E - (3 & i A _ & : R m 6 9 { M! ` v 3 : ; , L M] = g ^ g < ' 8 , E = L W I 3 Mn @ 4 8 & = > & 5 - 6 i 7 L 2 Z } & 7 p W 8 * M1 u 2 ? c 1 * S c 8 , b A 81.2 @ A _ M 6 y / ` . U [N 1000 * S =

? @ 1 2 & M - @ D d 3 Z [P $ C < 4 8 9 | - B C Q & $ 3 O D M n @ & T E F b $ D V * i A _ < G & U 0 M] j) _ H D & g V G U b R , I = J X Y Z K

^ _ ` a b c d e f P & g h i j k

[\ ] ^ _ ` a

C M L J \ ? , K wFigshare t a L P C P = D X G] @ i D 7G X > L i & Y Kj M t N4 M * O Z t N 5Mg $ % X > L i - P & C c X Y e U ` 6 D E =A B z , MX > L i R f L $ % G - A [. Y Y , Q P Y 6 & F R % F R i =

t N (` _ j (w \ ? j (P Z [& ! 3 MD E - ? @ o \ r - P L i & W S =; > D E L i z , & . q > (T U A + j Z - X > - P % $ % 6 8 1 & C c M R S i 4 5 b j d & C D M M) _ V W 0 1 ' W S ~ & X Y =_ q ? @ A B D E FG2024 X > L i & Y ~ } W t N Z V W L i D P 3 & 0 1 ' W S X Y K=

L J \ ? , K X > \ ? [4 \ wFigshare] ^ 1 Mark Hahnel w t N @ i _ ` 1 ~ . = n & Z X > \ ? R f . A [. Y a] T U M X > i b @ F c d i b = B L e @ 1 > # F N q 2 200 B O L i X i b M _ ' 2000 > S & " E > D E 6 ; M =_ f t N 4 5 -] g F & f U M) e @ - U - l m w L i - P & h } Y Z [8 M #) _ h O o d - U i q 2 3 w] 5 & M i q 2 3 3 C N j p E @ = M

t N z , M W [e e X > \ % P \ ? z (G & k $ ~ . MM f] E @ $ % 9 ` - L i - P 0 1 = _ 4 p 2010 > M 5 4] L i l r & 2 " L 6 4 m C c = ; < L i - P 0 1 N L g V X } Mf n] 5%~10% & X } o p M_ ' M f o] L i l r & " E L 64 $ F 85%5; 9 Me z p P > k N - = X > L i U Z & A + m q - E 2 o & 0 1 { y =] t t N 9 i Mn r 0 1 q U w : d & =

X > L i - P 0 1 | H L $ % + p E L . P M_ P s } 7 -J 6 N D Mt - P & X Y M$ @ L Z [ ] 1%~9% & N D Mi e w & M\ ? 1 2 R f EJ G] t] Mg - P L i =: N MZ i b ` _ & ? @ 2 3 P g I U o & : R M @ h W S 3 i F ] , t Z M# 5 $ 4 0 1 q U Mi : . ` F z { C L N u L & - P =

C D E z , M $ % . C L 6 8 X > \ ? & W S Mf F b Z [! 3 L i - P Z $ & ! =p Z MJ L i Y 4 8 MW [D P Z $ & \ ? 1 2 v 9) T44.88%5MMJ ` _ j ( & N D MW [ D P Z $ & \ ? 1 2 v 9 ) ; 410.23%5= ' E ; m M v w x 9 Q P ! # ] v 9 6 ; & \ ? 1 2 M J L i Y 4 8 M W [ S N & D P Z $ 4 D W v 9.3% P 14.8%5M# 2 , N TJ ` _ j (& N D M& S N ^4 D W v 2.33% P 1.67%5=

R S M` 0 X } l] N L =. q Z [[y @ y x r ^ 9 wj (Y 6 P v z H a t b { =L , D E & 10 O g V 3 Mp Z wi Z w| Z P Q Z L N u L - P 2 3 E B i ; , T U M D P 1 } F L 25%~ = t u w wv w x 9 Q P ! G & D P 1 " (z T F 25% =

t N c i MM f # C N 6 y k $ MM 6 g : R ? @ I J & $ % = & 5 & @ &] > L i b 8 ^ < (4DAS5& 0 1 } G H ~ O % \ Mf - @ % \ # v z A ' & o V W S wi (& N u L P / s) I } M - P & 9 : L i & c $ =

- - D E \ ? 1 2 & U [0 M t N 3 C D M 4 Y 2 Z l y k f j Z ; > e d Z 6 y j U D * + + p A4 0 1 w9 \ w, - P = 6 5.L 4 i W M , u / d t a . C L } 0 # ! ` C N E @ = g ^ Y 6 & g V . C L ,] 1 g % \ f x X W & Q a =

C P = D X G] X > L i A R - I % t N @ i _ ` 1 Graham Smith & Z _ f t N f L ) _ X 1 , C & g 2 M M 3 4 X > L i P X > \ ? & W S = . N c d $ % L i M ) _ Q a P Q - W S 3 N L & X } M e @ h O U P e b M ! ` * . * 6 d i q] = g ^ P 5 W b U & 6 C MM L \ $ % 6 8 X > L i & W S = (E Me @ e b M } n . O E L , u w E 7 / p & \ ? b ' j k M) L i - P / p S (w8 9 M#) | A [% F A + & x ` {{{ _ i w : k f $ X > & \ % o 5 & > (= M