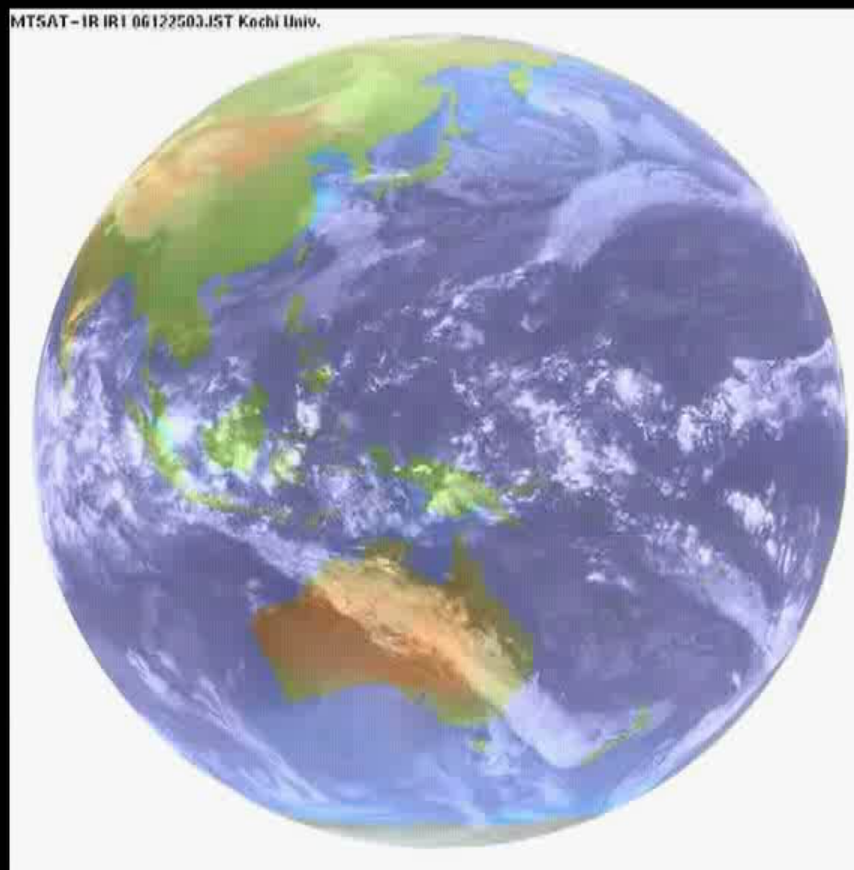


雲の動きを見る

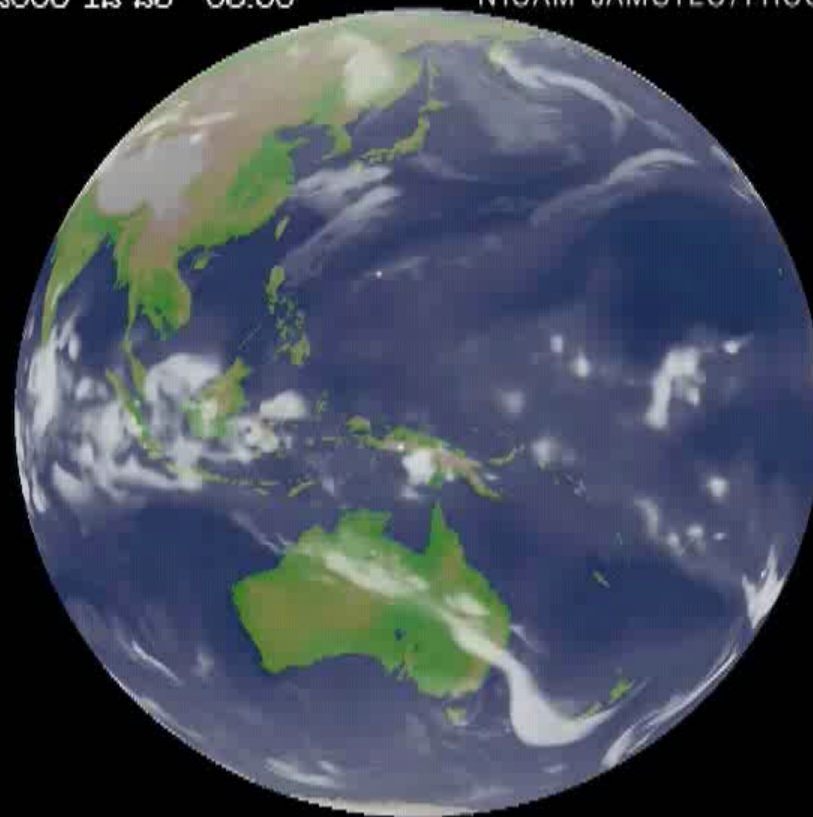
気象衛星 ひまわり6号(MTSAT-1R)の画像

気象モデルNICAMによる
計算機シミュレーションの画像



2006-12-25 03:00

NICAM JAMSTEC/FRCGC



提供: AORI/NIES/JAMSTEC/MEXT

入浴剤はどんな風に広がっていくの？

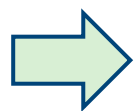


入浴剤のシミュレーション

- お風呂に入浴剤を入れたら、どんな風に入浴剤が広がっていくだろうか？
- 入浴剤が広がっていく様子を教えてくれる方程式

$$\partial\phi/\partial t + \nabla \cdot (\mathbf{u}\phi) = \nabla \cdot (\kappa \nabla \phi) \quad \text{【移流拡散方程式】}$$

この形では、コンピュータでは解けない。

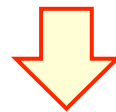


コンピュータで解ける形の式（足し算，引き算，掛け算，割り算だけの式）にする。

四則演算だけの計算式を作る

$$\partial\phi/\partial t + \nabla \cdot (\mathbf{u}\phi) = \nabla \cdot (\kappa \nabla \phi)$$

ϕ : 入浴剤の濃度

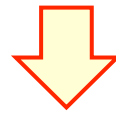


$$\frac{\phi(x, y, z, t + \Delta t) - \phi(x, y, z, t)}{\Delta t} + \left((u\phi)(x, y, z, t) - (u\phi)(x - \Delta x, y, z, t) \right) / \Delta x + \left((v\phi)(x, y, z, t) - (v\phi)(x, y - \Delta y, z, t) \right) / \Delta y + \left((w\phi)(x, y, z, t) - (w\phi)(x, y, z - \Delta z, t) \right) / \Delta z$$

$$= \kappa \times \left(\frac{\phi(x, y, z, t) - 2\phi(x, y, z - \Delta z, t) + \phi(x, y, z + \Delta z, t)}{\Delta z \times \Delta z} + \frac{\phi(x, y, z, t) - 2\phi(x, y - \Delta y, z, t) + \phi(x, y + \Delta y, z, t)}{\Delta y \times \Delta y} + \frac{\phi(x, y, z, t) - 2\phi(x - \Delta x, y, z, t) + \phi(x + \Delta x, y, z, t)}{\Delta x \times \Delta x} \right)$$

四則演算だけの計算式を作る

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{u}\phi) = \nabla \cdot (\kappa \nabla \phi) \quad \phi : \text{濃度}$$

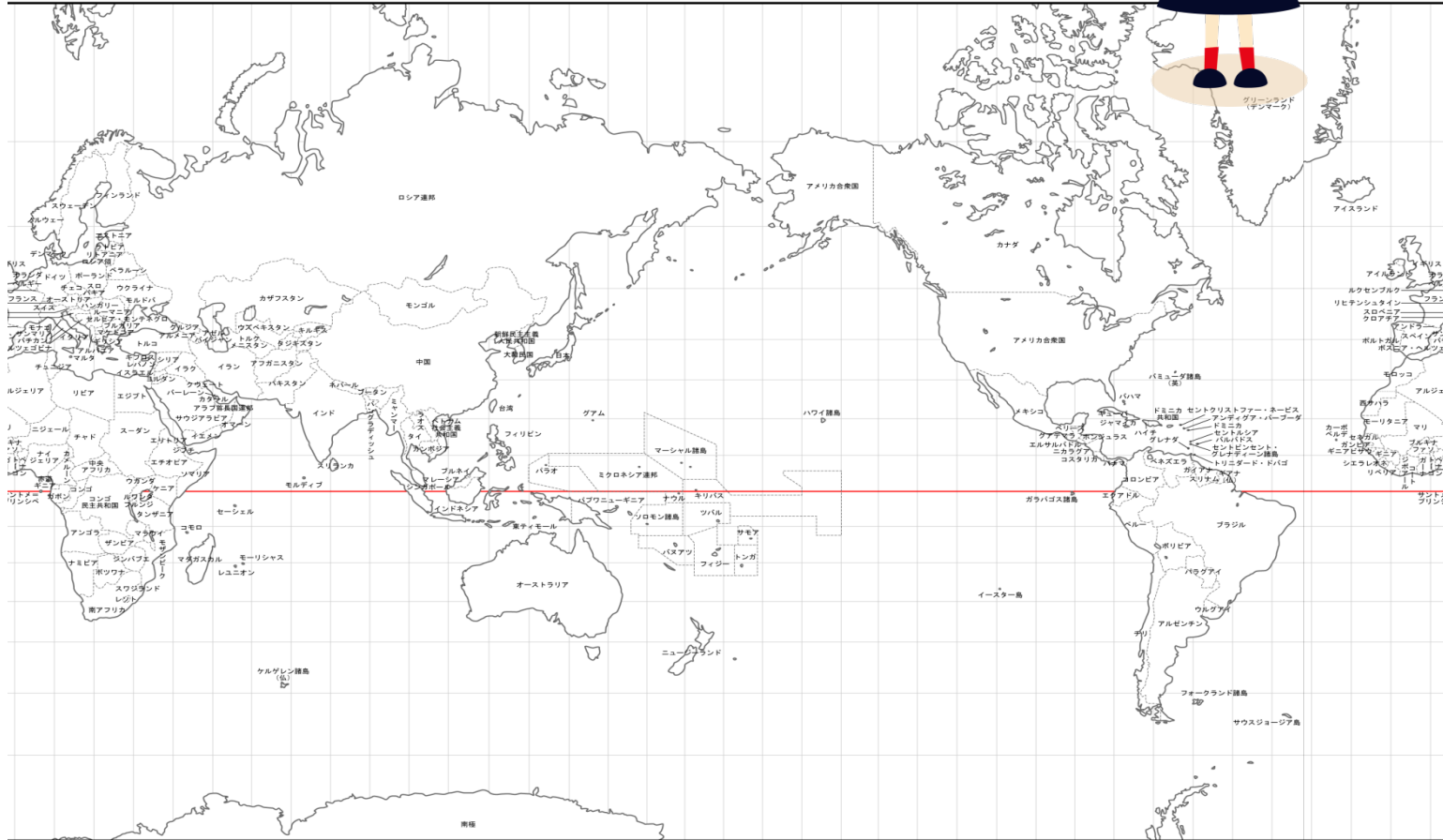


$$\frac{\phi \downarrow C \uparrow t + \Delta t - \phi \downarrow C \uparrow t}{\Delta t} + \left(\frac{(u\phi) \downarrow E - (u\phi) \downarrow W}{2 \times \Delta x} + \frac{(v\phi) \downarrow N - (v\phi) \downarrow S}{2 \times \Delta y} \right)$$

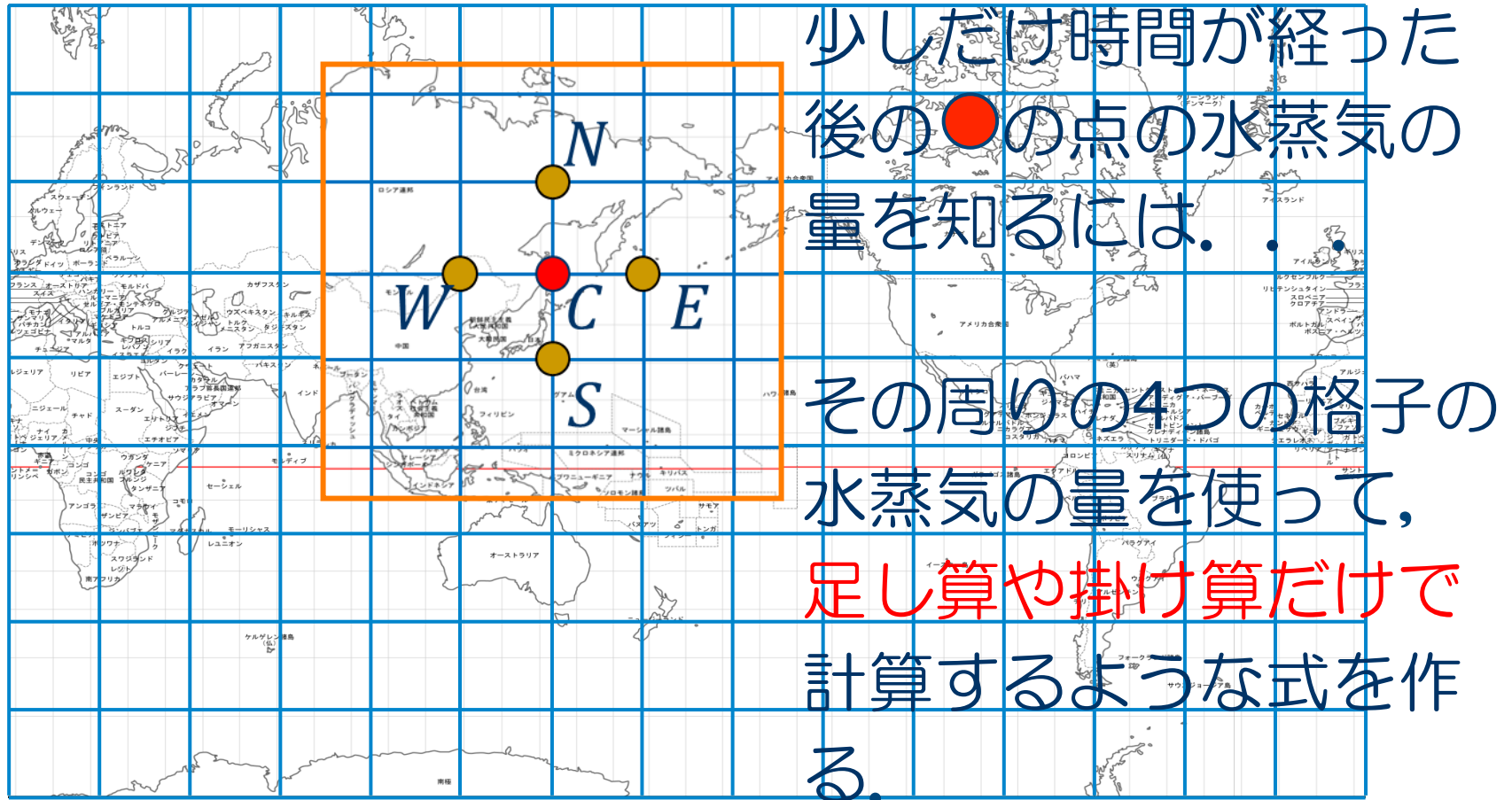
$$= \kappa \times \left(\frac{\phi \downarrow E \uparrow t - 2\phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow W \uparrow t}{\Delta x \times \Delta x} + \frac{\phi \downarrow N \uparrow t - 2\phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow S \uparrow t}{\Delta y \times \Delta y} \right)$$

- の格子点の値を計算するのに、
加減算：10個，乗除算：10個

雲の動きを知るには. . .

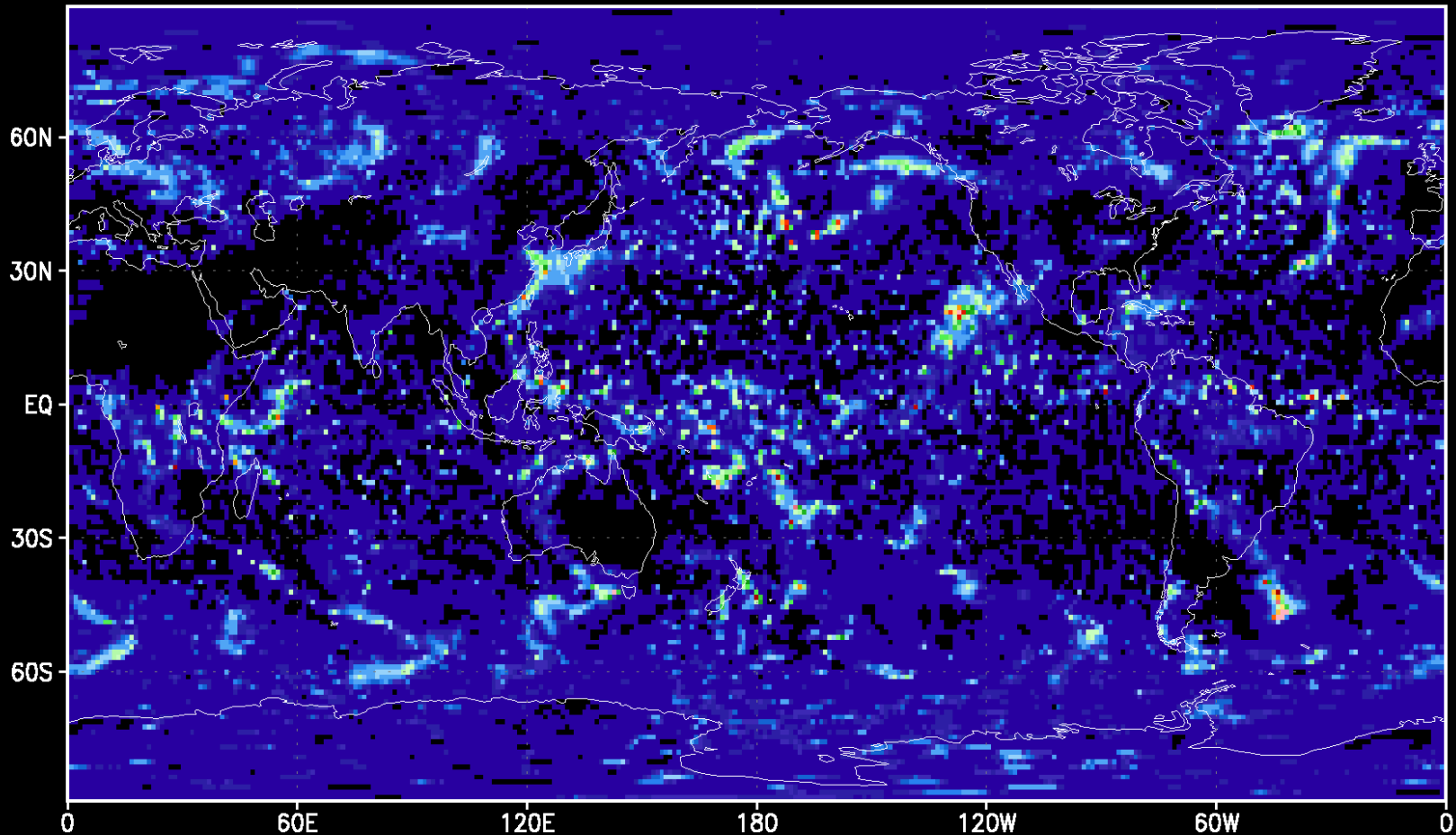


地図を格子状の網で覆い、その交点で水蒸気の量を計算する。

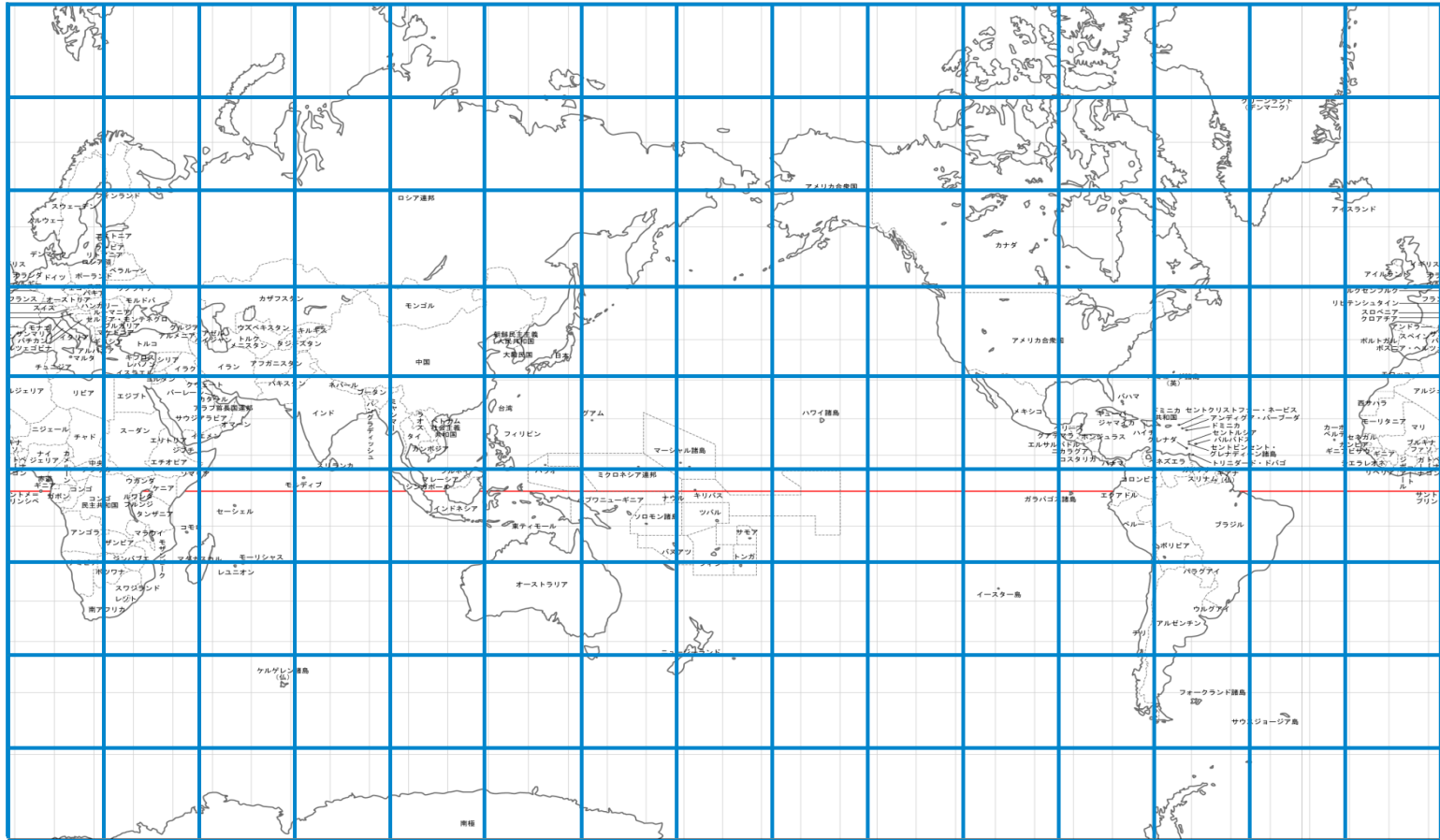


赤道上125kmの格子（320個）で計算

AFES(Kuo) T106L24 5y JAN/11
Snapshot of PRCP(g/m**2/s)

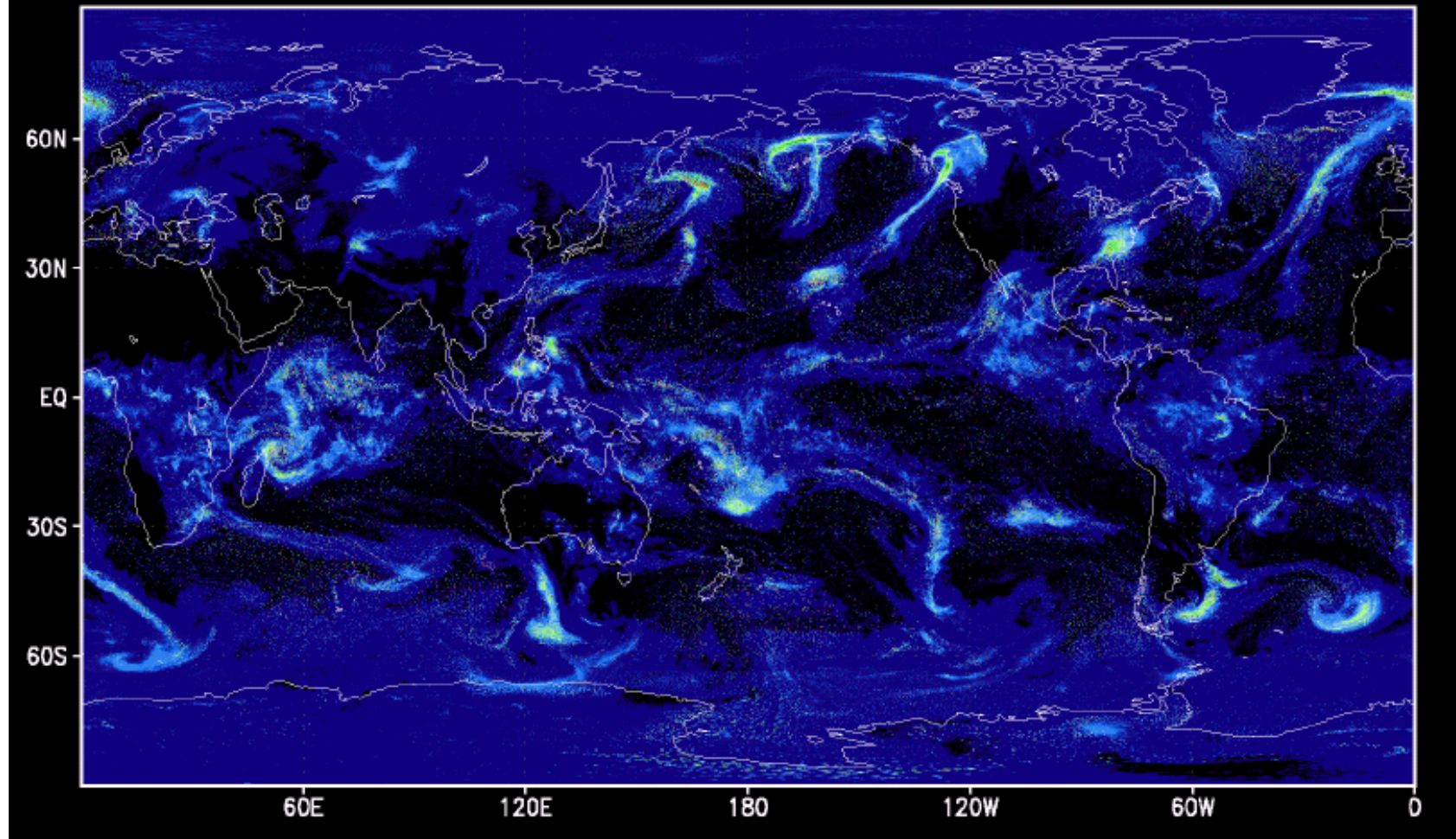


格子を細かくすると. . .



赤道上10kmの格子（4000個）で計算

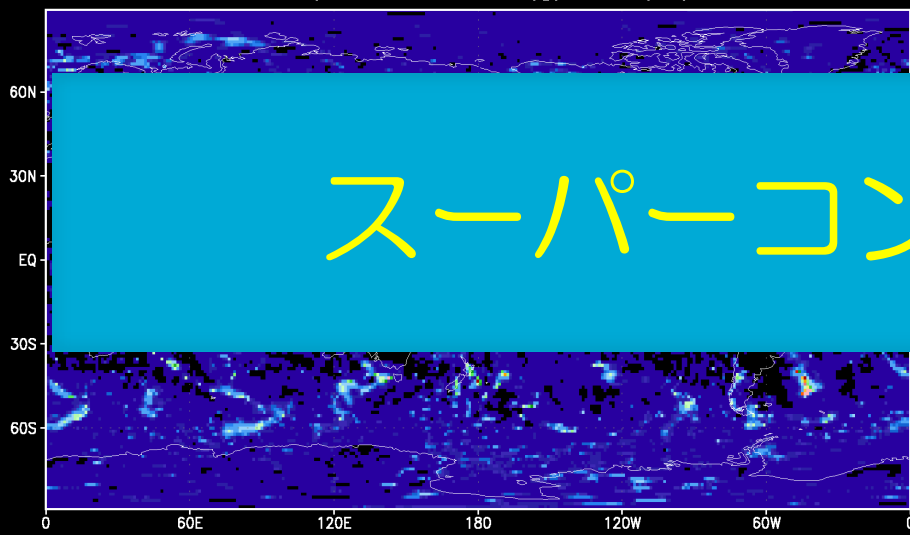
AFES(Kuo) T1279L96 5y JAN/03 0 hour
Snapshot of Precipitation PRCP(g/m**2/s)



シミュレーションは、

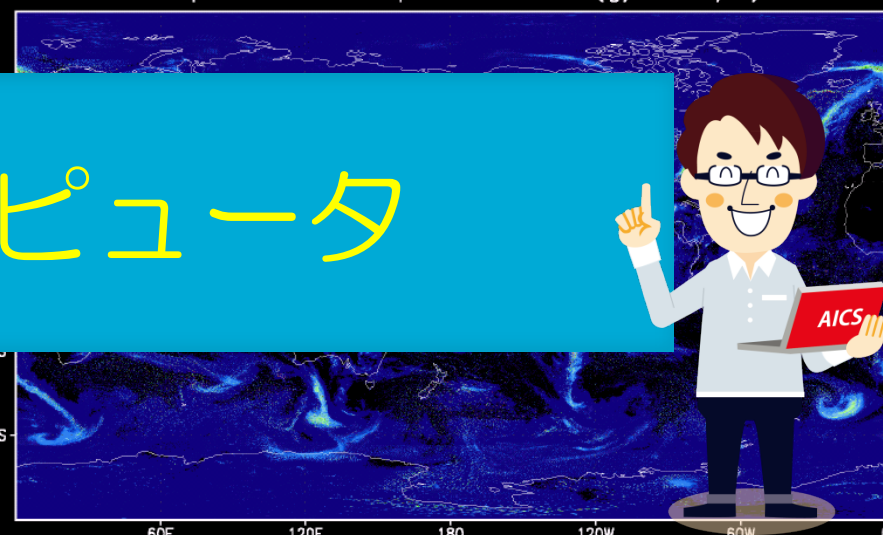
- 格子の幅を小さくする（解像度を高くする）と、より現実に近くなる。
- その代わりに、足し算や掛け算が多くなり、**速いコンピュータが必要**となる。

AFES(Kuo) T106L24 5y JAN/11
Snapshot of PRCP(g/m**2/s)



(赤道上 125km格子)

AFES(Kuo) T1279L96 5y JAN/03 0 hour
Snapshot of Precipitation PRCP(g/m**2/s)




(赤道上 10km格子)

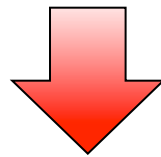
スーパーコンピュータ



スーパーコンピュータで何ができるのか？

- 計算機シミュレーション. . .
自然現象（大気の流れや地震）や構造物（ビルや橋梁）の動きを方程式で表し，その方程式の答えを計算機によって求めること。
- 計算機シミュレーションにより，対象物を**拡大/縮小**したり，時間を**スロー/早送り**することにより，目で見えないもの，実験や観測が不可能な現象を，**人間の目で見られる**ようにすることができる。
 - 天気予報，ナノスケール材料の挙動，薬の開発（ドラッグデザイン）
- **足し算や掛け算の数が膨大になり** それらの**性能の高い**計算機が必要.  **スーパーコンピュータ**

スーパーコンピュータ「京」は、
どのくらい計算が速く出来るか？

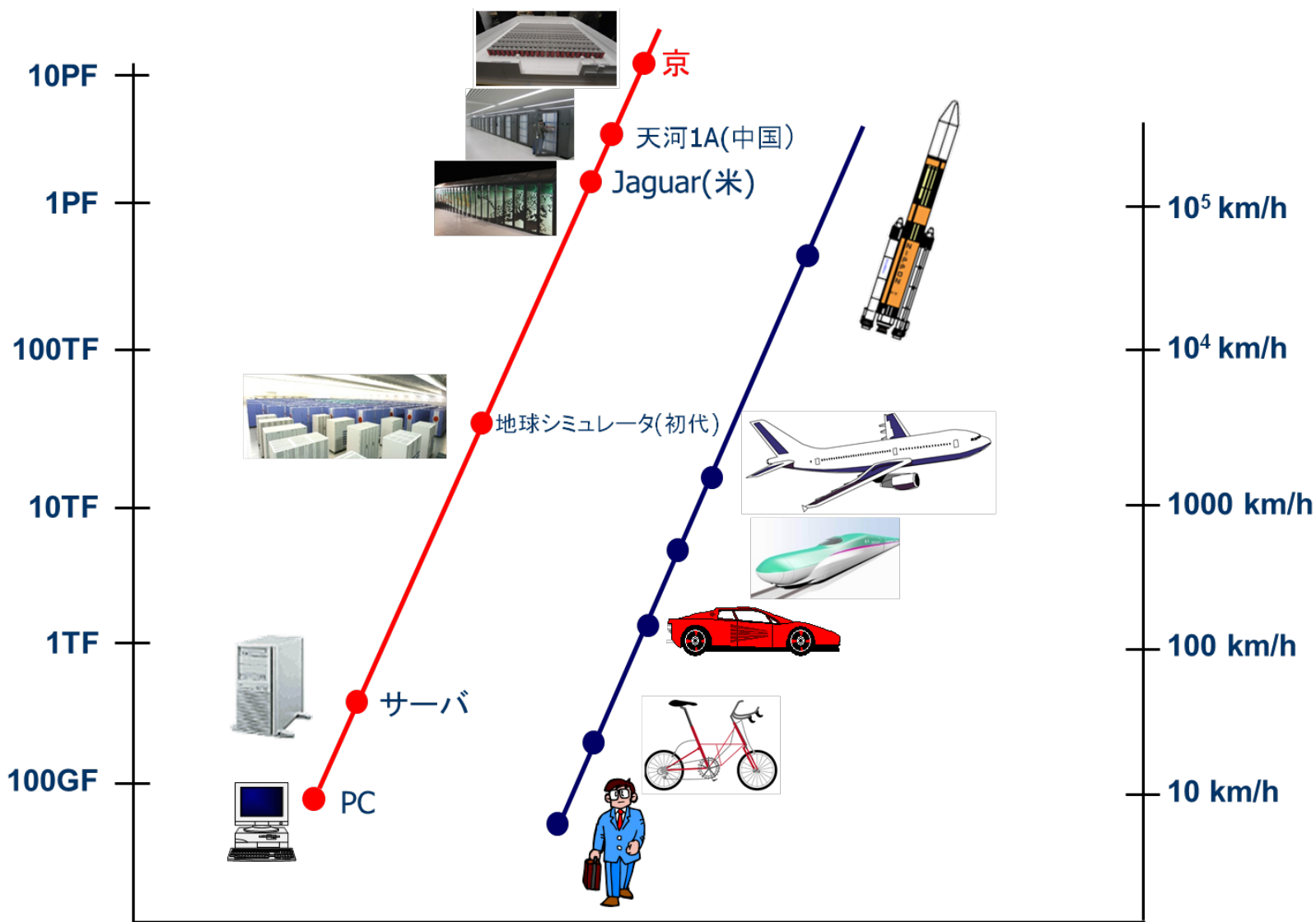


1秒間に 10^{16} 回の計算ができる
 $10,000,000,000,000,000 = 1$ 京 (1兆の1万倍)

70億人が1秒間に1回計算しても17日

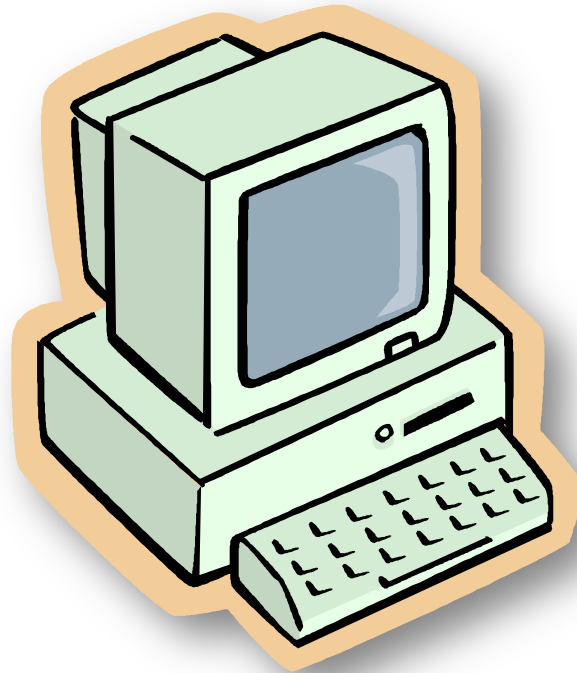


「京」はどのくらい速いのか？



スーパーコンピュータはどうやって作る？

- パソコン：文書作成（ワープロ），電子メール，Webブラウザ，ゲーム．．．



- ひとつのパソコン（CPU）の計算速度を速くすることが必要。
- でも，ひとつのパソコン（CPU）の能力には**限りがある**。

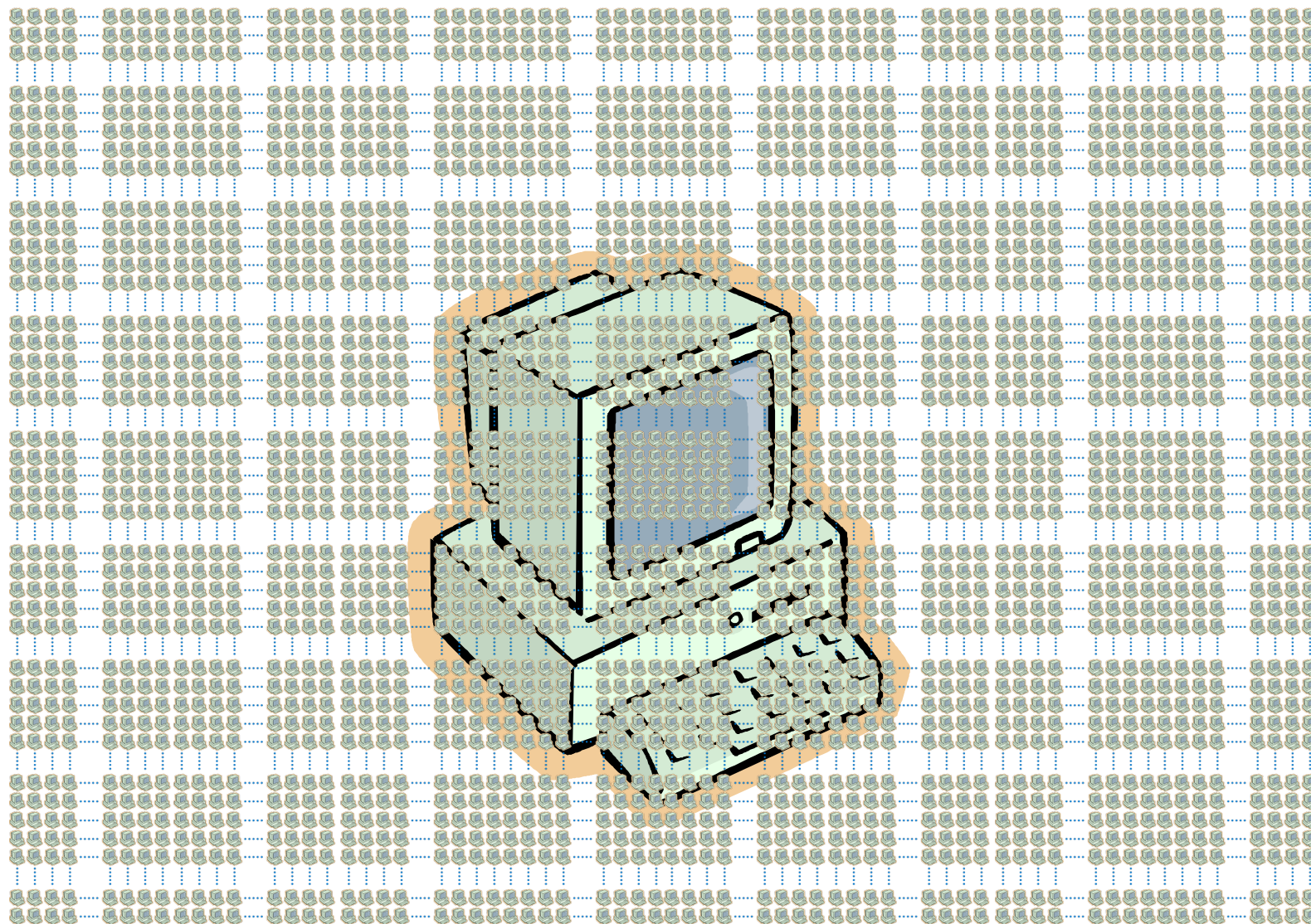
みんなで力を合わせよう

- たくさんの計算を一人でやるよりも、皆で分担すれば直ぐに終わる。
 - 掛け算1個に1秒かかる（1FLOPS）とすると、
 - 100問を一人で解けば、100秒（=1分40秒）かかる。
 - 100問を100人で解けば、1秒で出来る。
- ひとつのパソコンで計算するよりも、一度にたくさんのパソコンを使った方が速く計算が出来るはず。



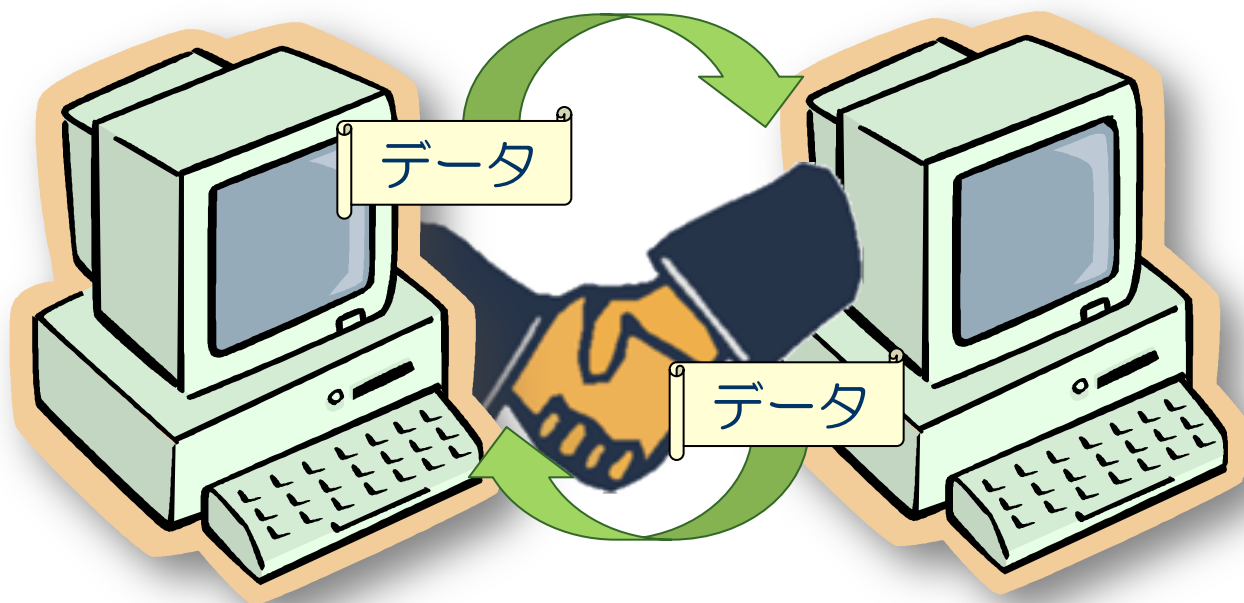
並列計算

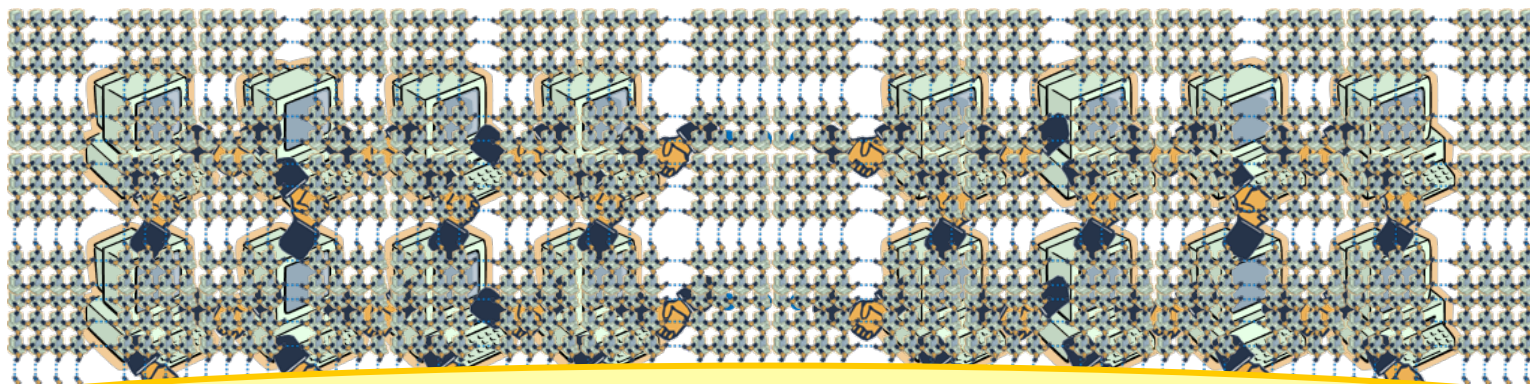
パソコン（CPU）をたくさん並べる。



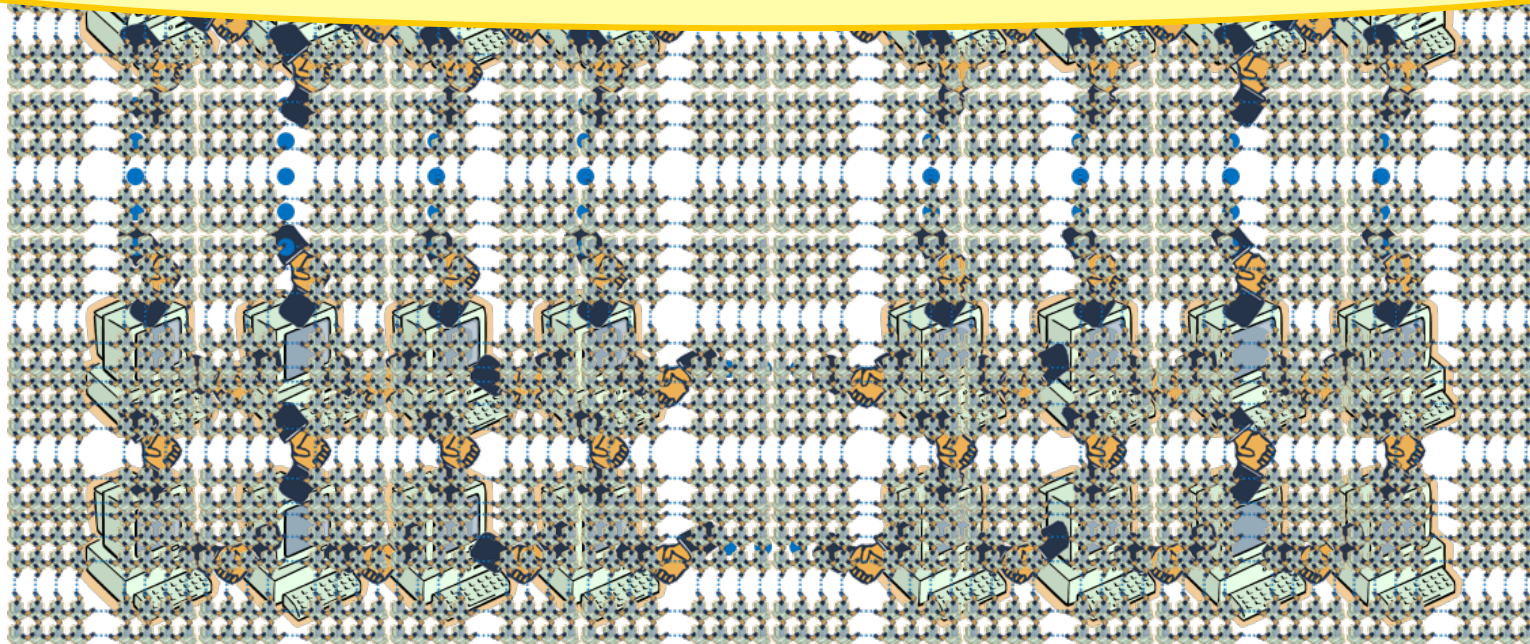
並べただけではダメ. . .

- 並列計算ではパソコン同士のデータの交換が必要
- パソコンをつなぐ技術 → **インターコネクト技術**





数十万台のパソコンをつなぐ技術が必要



私たちの生活を支えるスーパーコンピュータ

