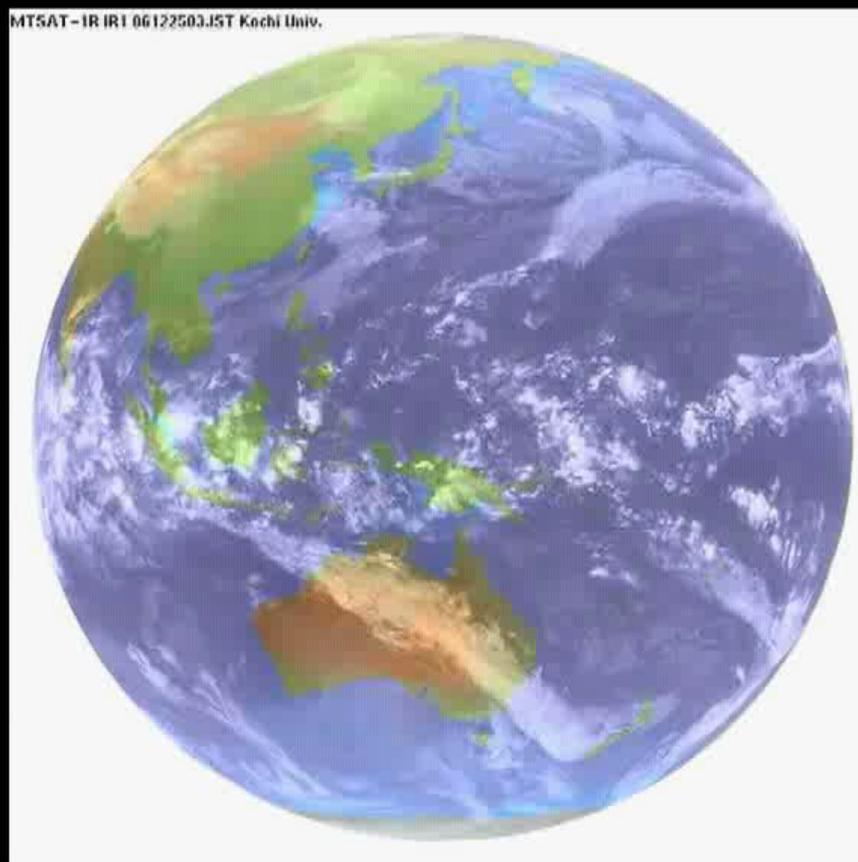


雲の動きを見る

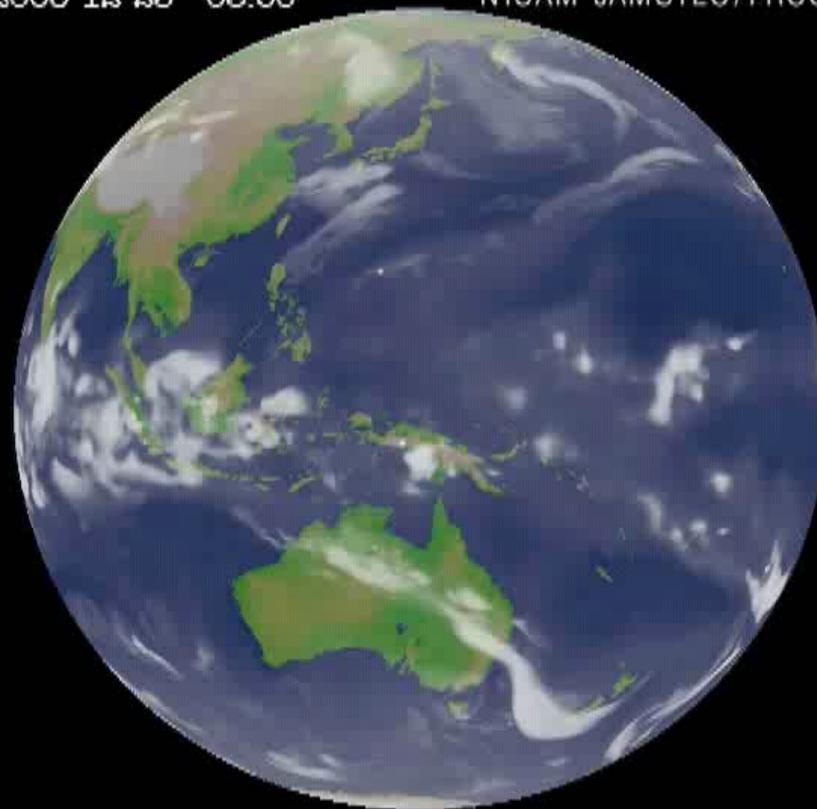
気象衛星 ひまわり6号(MTSAT-1R)の画像

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？

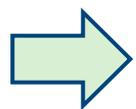


入浴剤のシミュレーション

- 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。

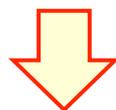


コンピュータで解ける形の式（足し算，引き算，掛け算，割り算だけの式）にする。

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

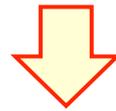


$$\phi \downarrow C \uparrow t + \Delta t - \phi \downarrow C \uparrow t / \Delta t + ((u\phi) \downarrow E \uparrow t - (u\phi) \downarrow W \uparrow t / \Delta x + (v\phi) \downarrow N \uparrow t - (v\phi) \downarrow S \uparrow t / \Delta y + (w\phi) \downarrow T \uparrow t - (w\phi) \downarrow B \uparrow t / \Delta z)$$

$$= \kappa \times (\phi \downarrow E \uparrow t - 2 \times \phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow W \uparrow t / \Delta x \times \Delta x + \phi \downarrow N \uparrow t - 2 \times \phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow S \uparrow t / \Delta y \times \Delta y + \phi \downarrow T \uparrow t - 2 \times \phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow B \uparrow t / \Delta z \times \Delta z)$$

四則演算だけの計算式を作る

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

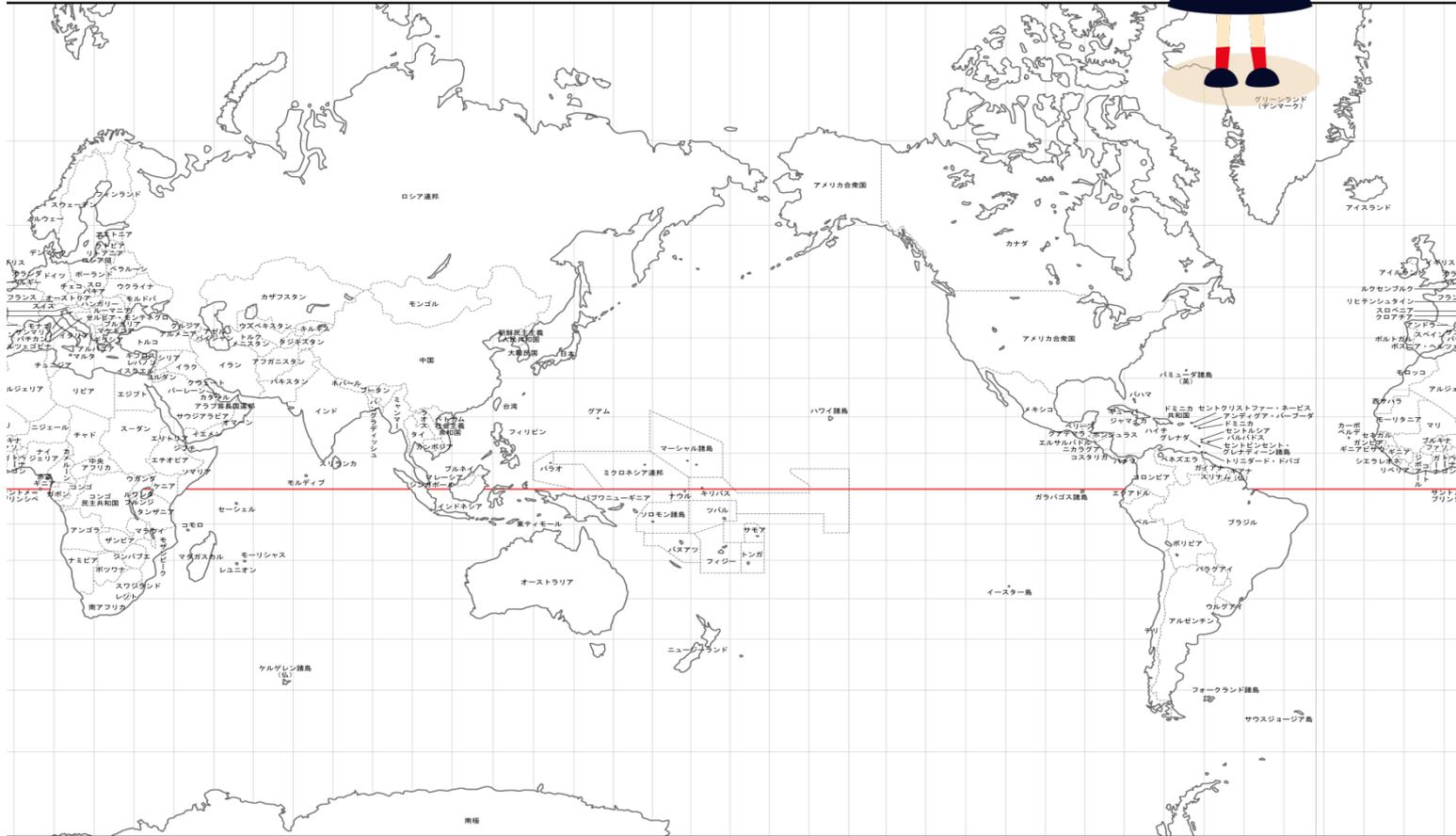


$$\frac{\phi \downarrow C \uparrow t + \Delta t - \phi \downarrow C \uparrow t}{\Delta t} + \left(\frac{(u\phi) \downarrow E - (u\phi) \downarrow W}{2 \times \Delta x} + \frac{(v\phi) \downarrow N - (v\phi) \downarrow S}{2 \times \Delta y} \right)$$

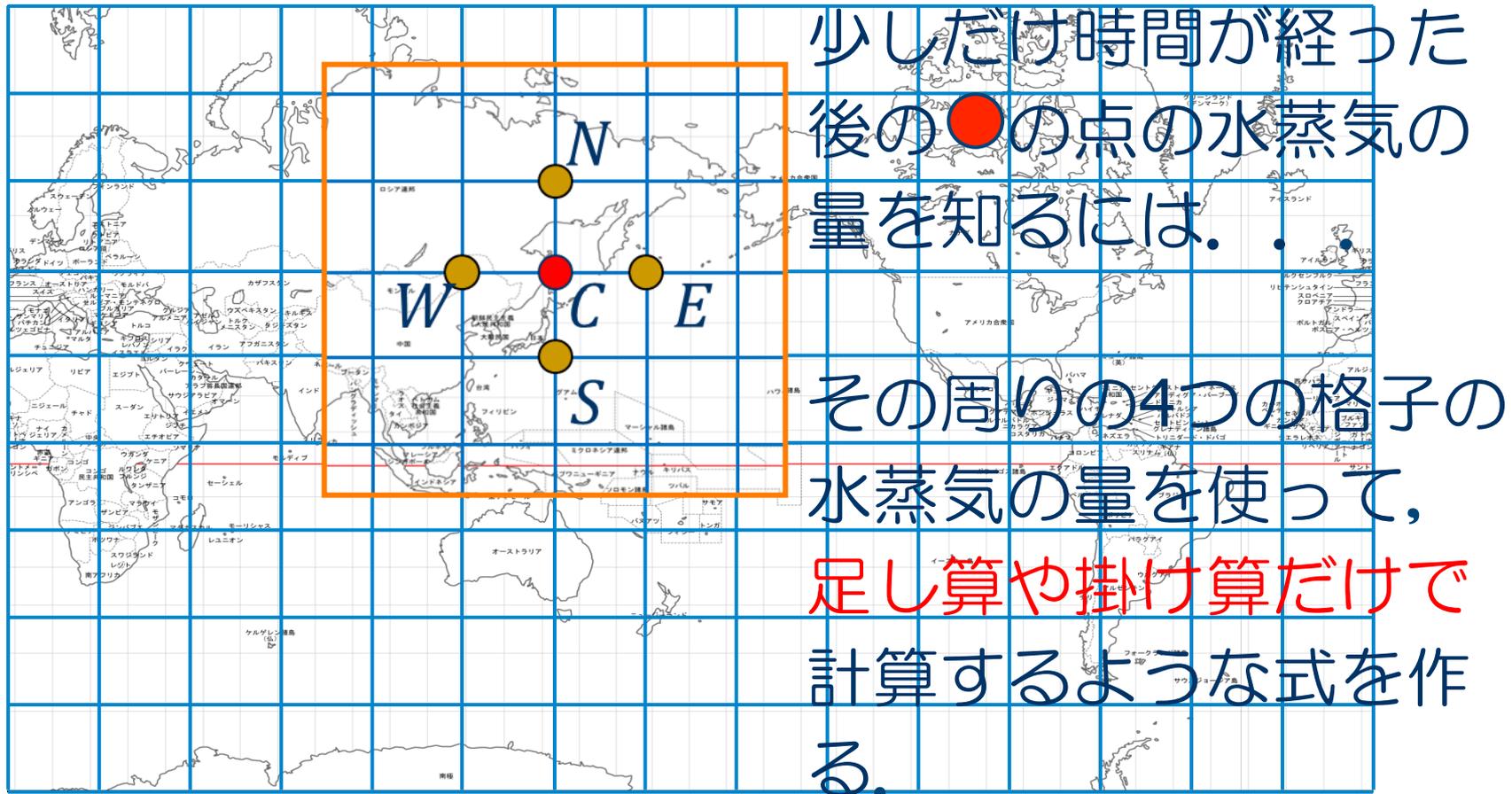
$$= \kappa \times \left(\frac{\phi \downarrow E \uparrow t - 2\phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow W \uparrow t}{\Delta x \times \Delta x} + \frac{\phi \downarrow N \uparrow t - 2\phi \downarrow C \uparrow t + \phi \downarrow S \uparrow t}{\Delta y \times \Delta y} \right)$$

- 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. . .

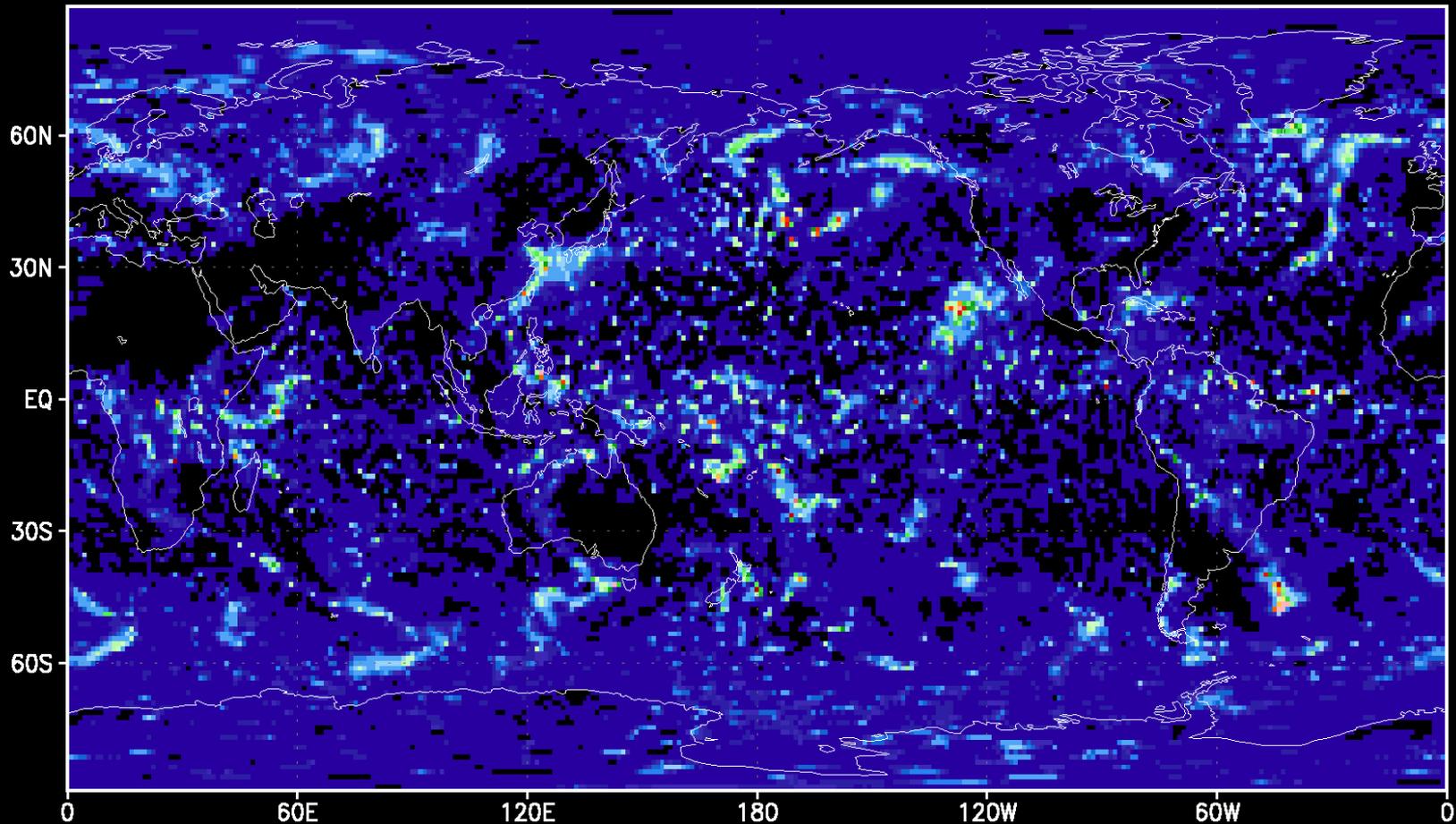


地図を格子状の網で覆い、その交点で水蒸気の量を計算する。



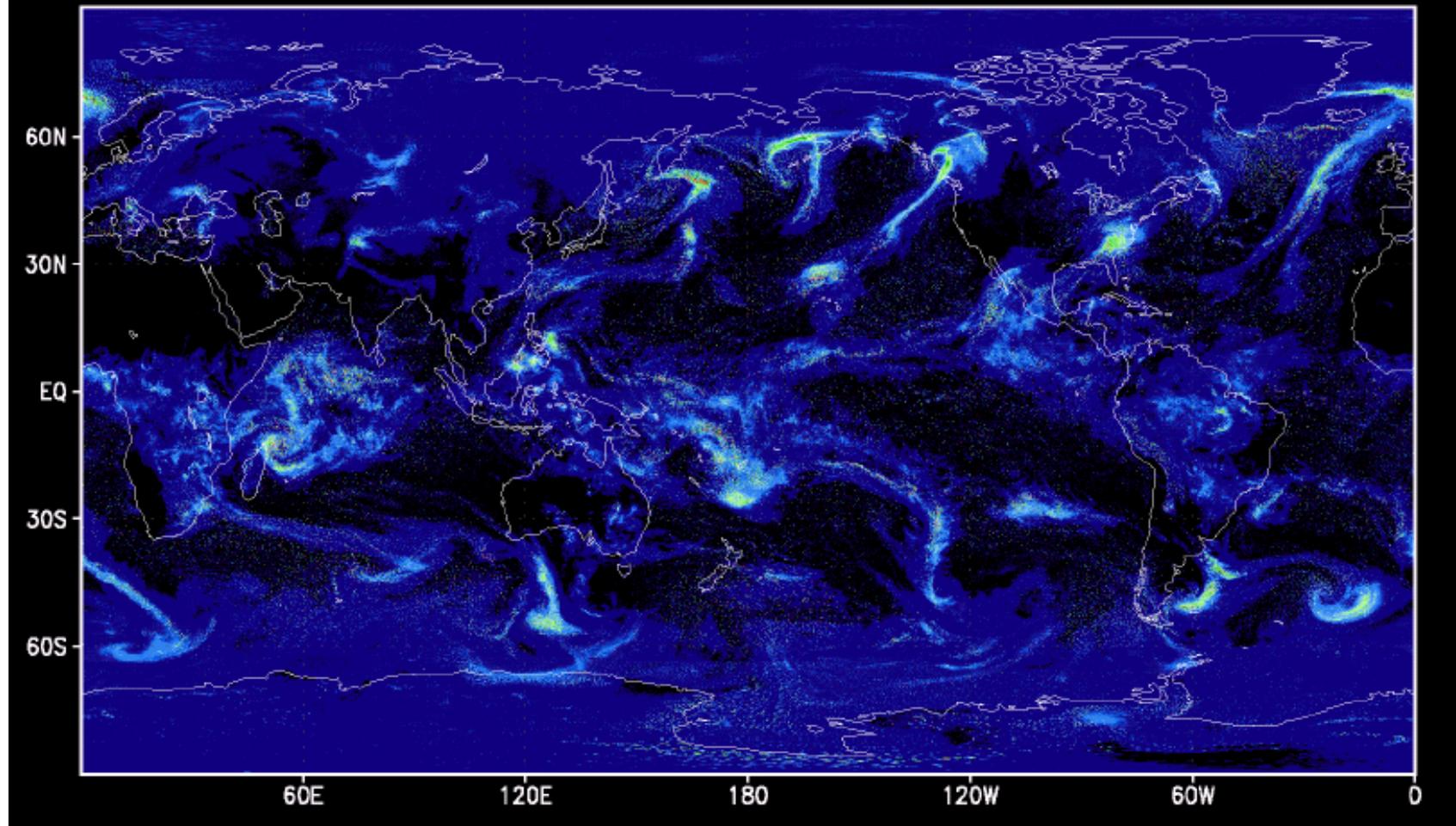
赤道上125kmの格子（320個）で計算

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



赤道上10kmの格子（4000個）で計算

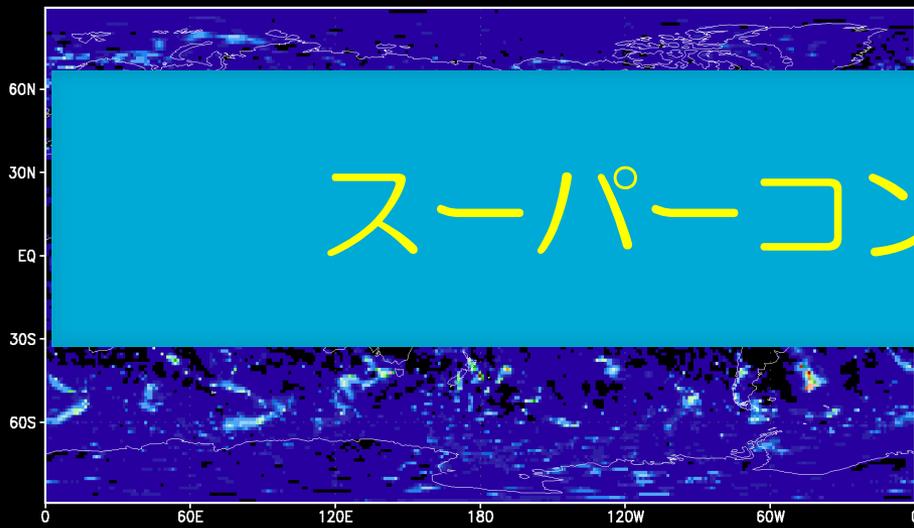
AFES(Kuo) T1279L96 5y JAN/03 0 hour
Snapshot of Precipitation PRCP(g/m**2/s)



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)

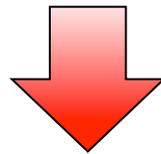
スーパーコンピュータ



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？

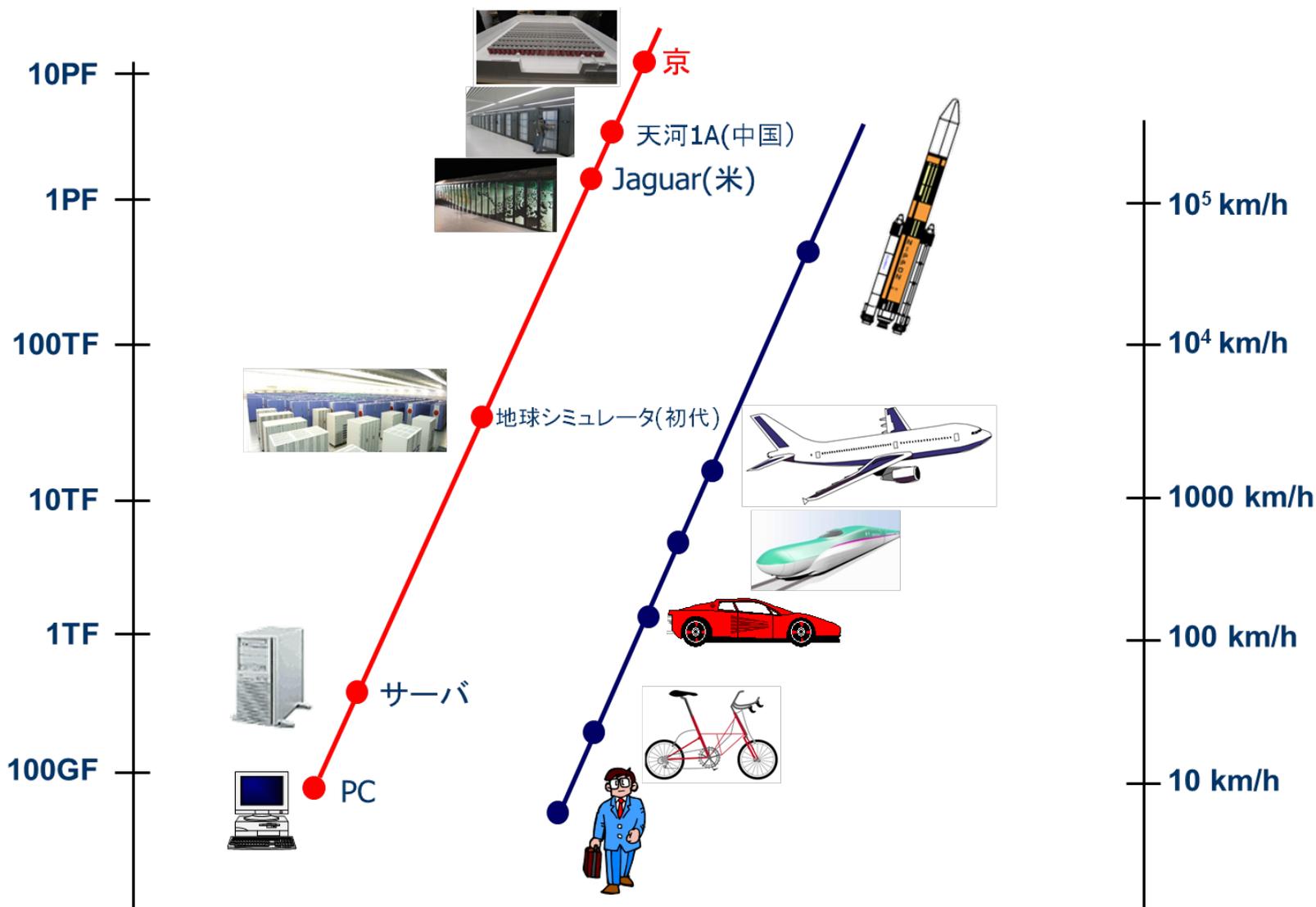


1秒間に 10^{16} 回の計算ができる
 $10,000,000,000,000,000 = 1$ 京 (1兆の1万倍)

70億人が1秒間に1回計算しても17日

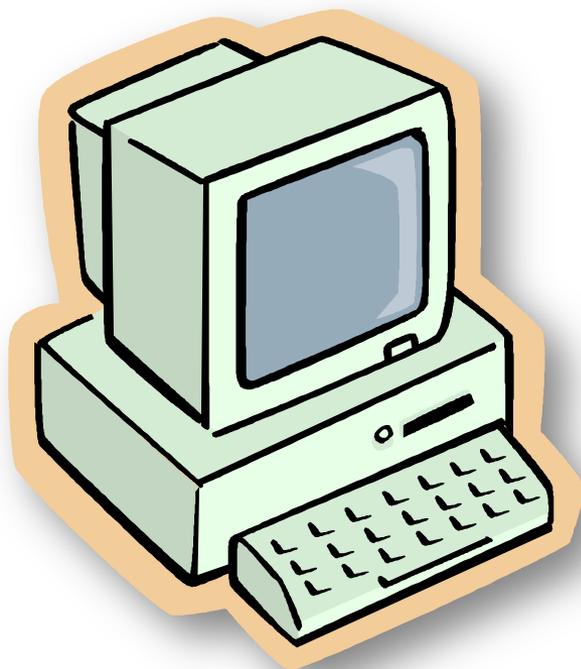


「京」はどのくらい速いのか？



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**。

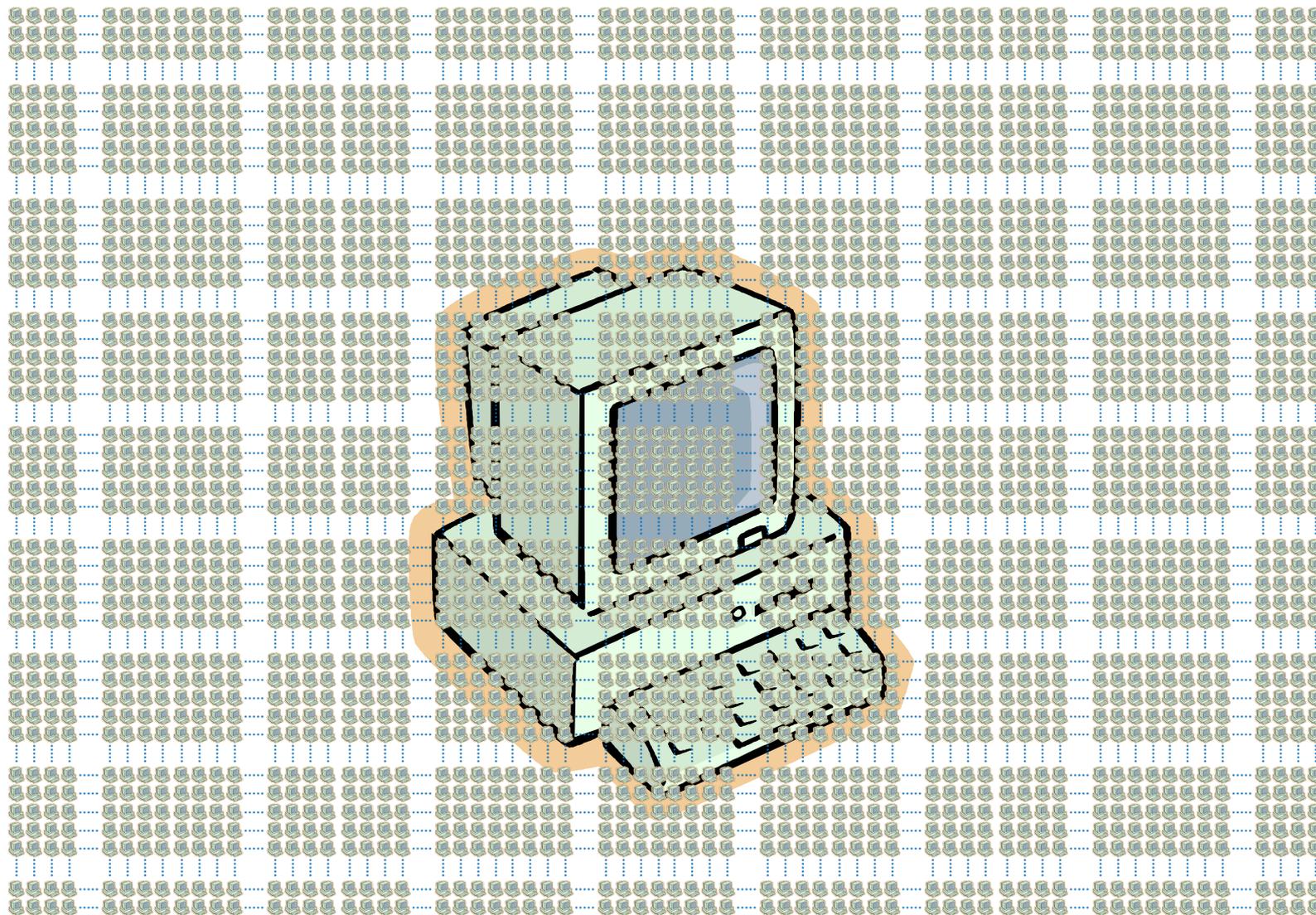
みんなで力を合わせよう

- 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。



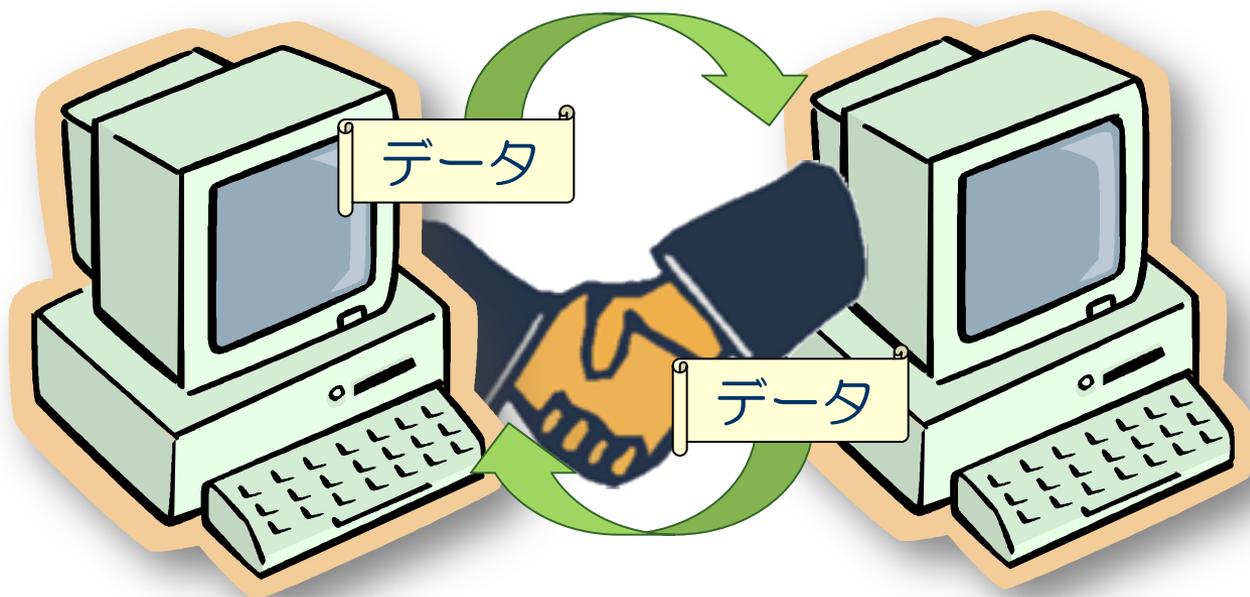
並列計算

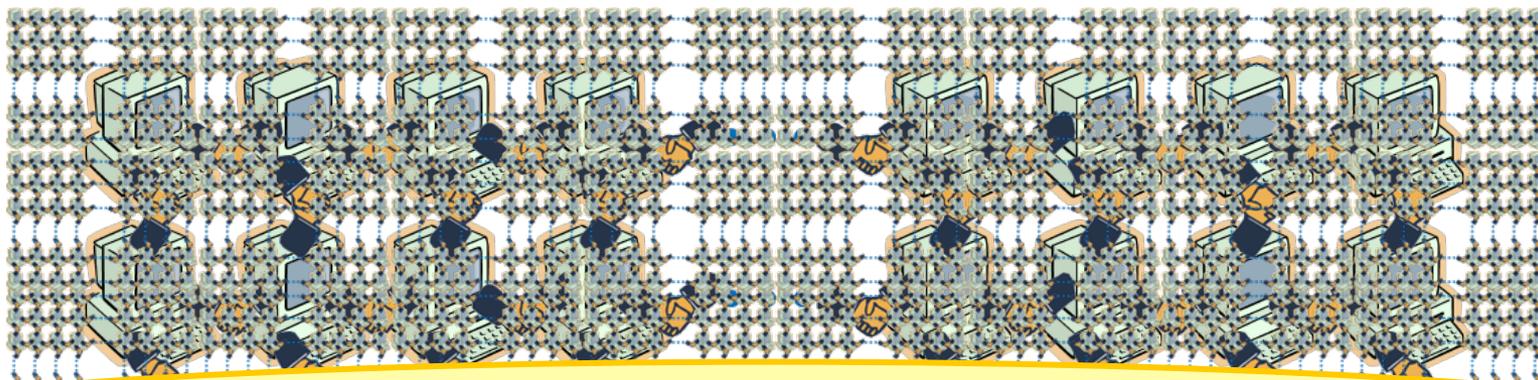
パソコン（CPU）をたくさん並べる。



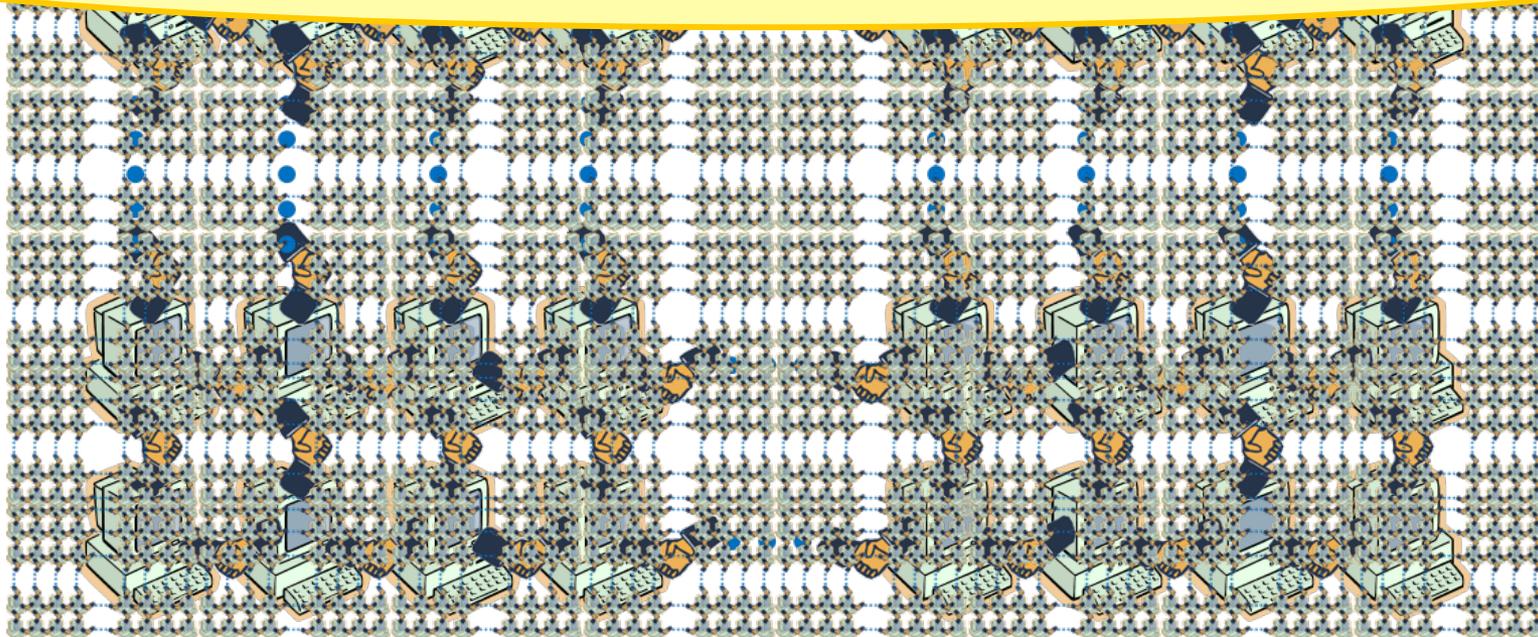
並べただけではダメ. . .

- 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

