



研究の目的:「京」を用いて構築した貴重な非圧縮性乱流のビッグデータを活用し、多様な解析や可視化を用いた新しいデータサイエンスを試みるとともに、新たに圧縮性乱流の基礎データベースも構築し、それらを広く解析・活用できるように整備することで、日本が世界を先導する、高レイノルズ数乱流のデータサイエンスの研究のためのプラットフォームを構築する

京コンピュータを使用した
世界最大規模乱流直接数値シミュレーション

一般課題「カノニカル乱流の大規模直接数値シミュレーション」
2012.9.28~2019.8.16



フーリエ・スペクトル法に基づくナビエ・ストークス方程式の
直接数値計算 京用のコード開発

Table 1. Sustained performance of the base code on the K computer.

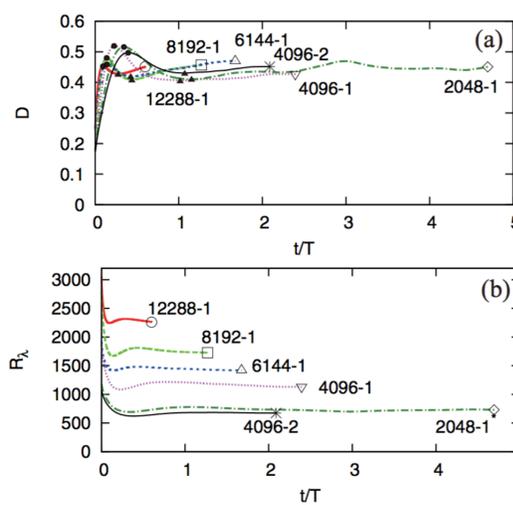
N^3	Number of compute nodes	Performance (Tflop/s)	Efficiency (%)
4096 ³	2,048 (64 × 32)	10.80	4.12
	4,096 (64 × 64)	12.48	2.38
6144 ³	6,144 (96 × 64)	30.16	3.84
	12,288 (96 × 128)	44.03	2.80
8192 ³	8,192 (128 × 64)	32.76	3.14
	16,384 (128 × 128)	42.01	2.00
12288 ³	24,576 (192 × 128)	70.52	2.24
	49,152 (384 × 128)	128.45	2.04

From Yokokawa et al (2019)

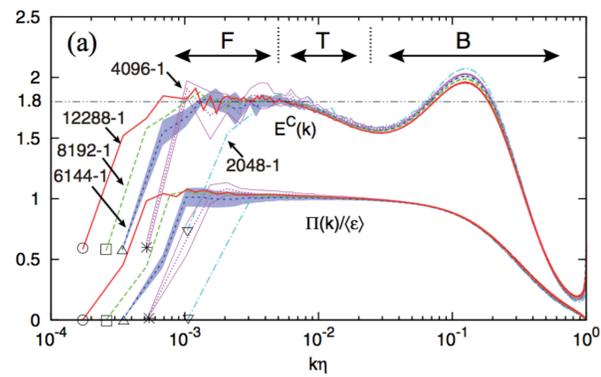
乱流DNSデータベース

TABLE I. DNS conditions and turbulence characteristics at the final time step $t = t_F$.

Run	Initial field	$Re/10^4$	R_λ	k_{max}	$k_{max}\eta$	$10^4\Delta t$	$10^5\nu$	$10^2(\epsilon)$	L	$10^2\lambda$	$10^4\eta$	T	$10^2\tau_\eta$	t_F
2048-1*	1024-1*	1.61	732	965	1.0	4.0	4.40	7.07	1.23	5.58	10.5	2.13	2.5	10(4.7T)
4096-2*	2048-2*	1.37	675	1930	1.9	2.5	4.40	8.31	1.05	5.15	10.1	1.82	2.3	3.80(2.1T)
4096-1*	2048-1*	3.65	1131	1930	1.0	2.5	1.73	7.52	1.09	3.39	5.12	1.89	1.52	4.525(2.4T)
6144-1	4096-1*	6.35	1423	2896	1.0	1.66	1.02	8.06	1.12	2.51	3.39	1.94	1.17	3.25(1.7T)
8192-1	4096-1*	8.97	1747	3862	1.0	1.25	0.70	7.97	1.10	2.10	2.56	1.91	0.94	2.375(1.2T)
12288-1	8192-1†	15.4	2297	5793	1.0	0.833	0.41	7.92	1.10	1.62	1.72	1.90	0.72	1.14(0.6T)



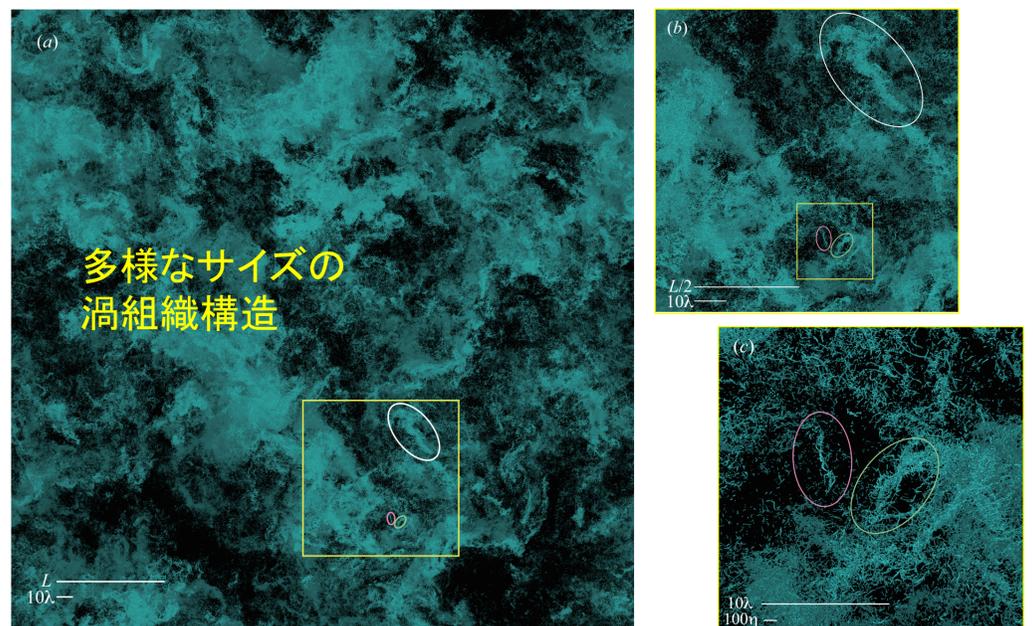
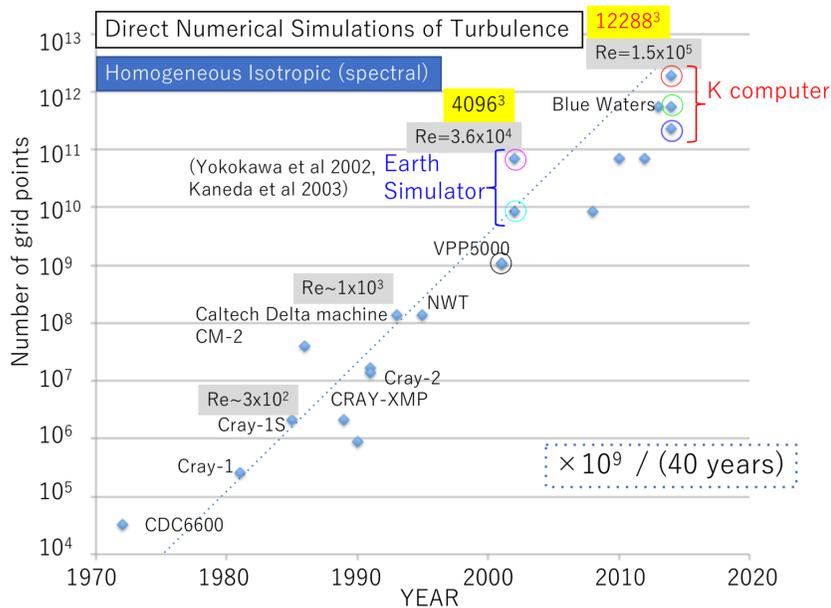
From Ishihara et al. Phys. Rev. Fluids 1 (2016)



従来の教科書にあるベキ則の理解を一新する結果
(間欠性の理論モデルをもっと高Reで検証すべき)

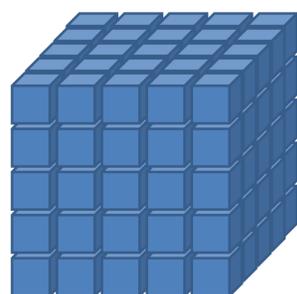
“the world’s best simulations” Eberhard Bodenschatz (Max Planck Institute)
“the nicest numerics” Detlef Lohse (University of Twente)

世界最大規模乱流DNSの実現



データ科学プラットフォームの構築

- ・公開用データの整備
- ・データ加工用プログラムの作成
- ・データの可視化
- ・粗視化した乱流場のデータ構築
- etc



- 速度 (波数空間)
- ↓
- 速度、圧力 (実空間)
- ↓
- 渦度、ストレイン、圧力勾配 (実空間)

データの転送

- 1) 「京」のディスクからITOへの転送
 - ・sftp >> 88MB/s (1ファイル転送)
 - 305 MByte/s (手動で5ファイル同時転送)
 - ・rsync >> 107MB/s (1ファイル転送)
- 2) 共用ストレージからITOへの転送
 - ・sftp >> 19MB/s (1ファイル転送)

