

# CFD教育ツールとしての STORM/CFD2000

有限会社フルイドテクノロジー

営業部 吉野 孝

2004年8月21日

第九回在日中国人CFD研究講演会

# 目次

流体工学の教育において、実験とCFDは重要な要素である。

教育ツールとしては、CFDにはどのような機能が必要か。

STORM/CFD2000では、その機能をどのように実現可能か。

**流れを可視化する。**

**流体現象の理解を助ける。**

**理論、実験の補間。**

**パラメータスタディ**

# 何をしているかが分かる。

工程が明快

標準値とユーザー設定

計算のスピードと過程の表示

結果データの検証

素早い可視化

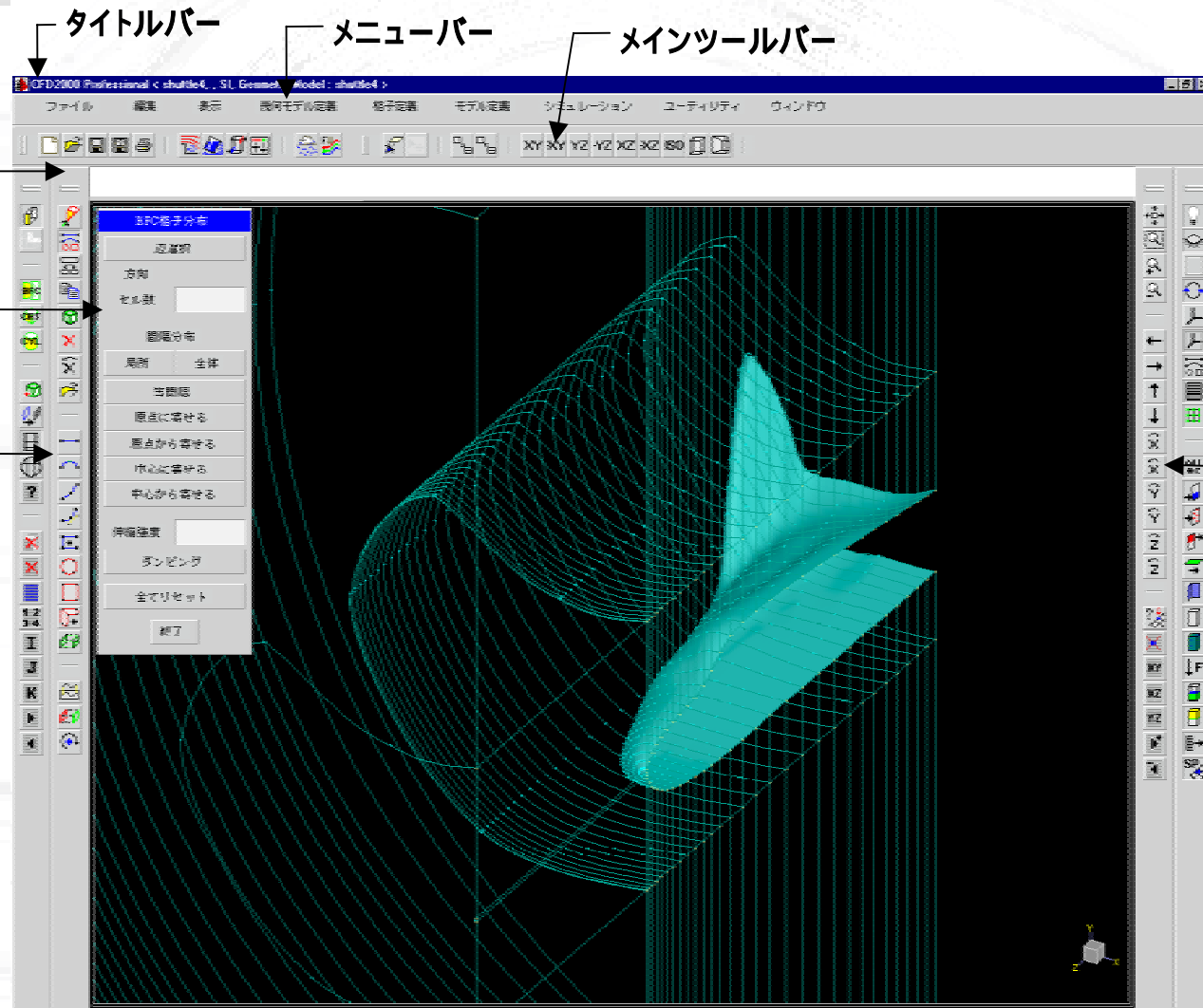
# STORM/CFD2000

- **1976 CHAM社設立**
- **1984 Phoenics** (世界最初のCFD汎用ソフト)
- **1989 EasyMesh** (最初のUser Interface)
- **1990 Adaptive Research Corp.**
- **1991 CFD2000**

# STORM/CFD2000

- 1993 STORM Solver upgrade
- 1994 Pacific-Sierra Research Corp.
- 1996 CFD2000 2.2; Windows版
- 1997 CFD2000 3.0; 3.1
- 1999 Simunet Corp.
- 2002 4.0 日本語GUI拡張
- 2003 FDS用ファイル変換機能
- 2003 X-flowとの連携

# GUI



メッセージ  
表示領域

サブメニュー

幾何モデル  
ツールバー

グラフィック  
ツールバー

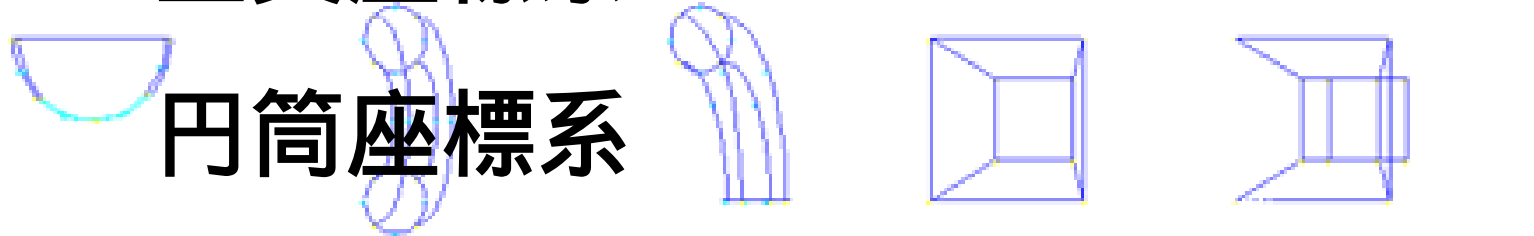
# モデル形状作成

## 簡易CAD機能

IGESファイルの読込



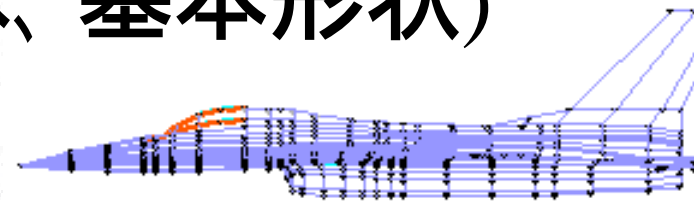
直交座標系



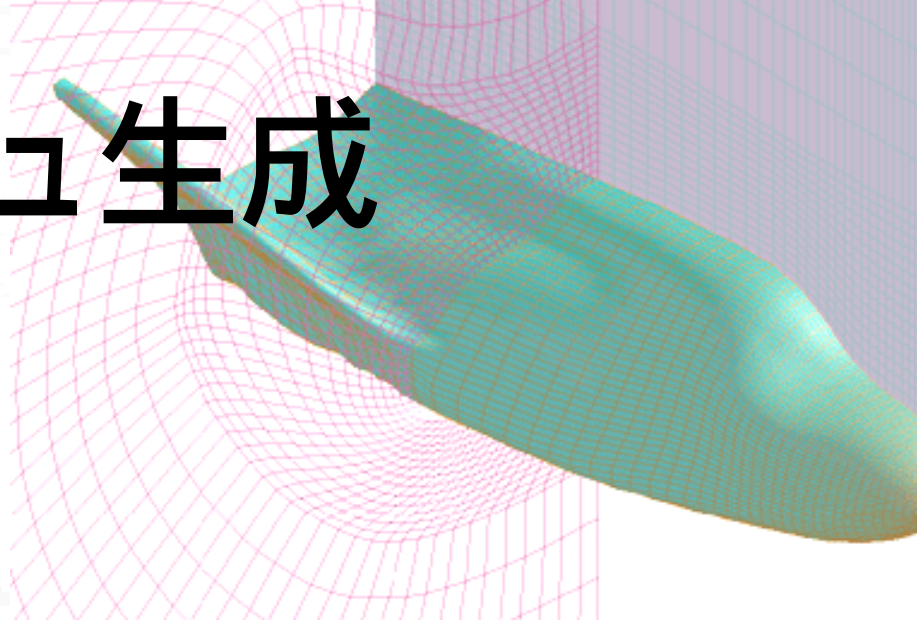
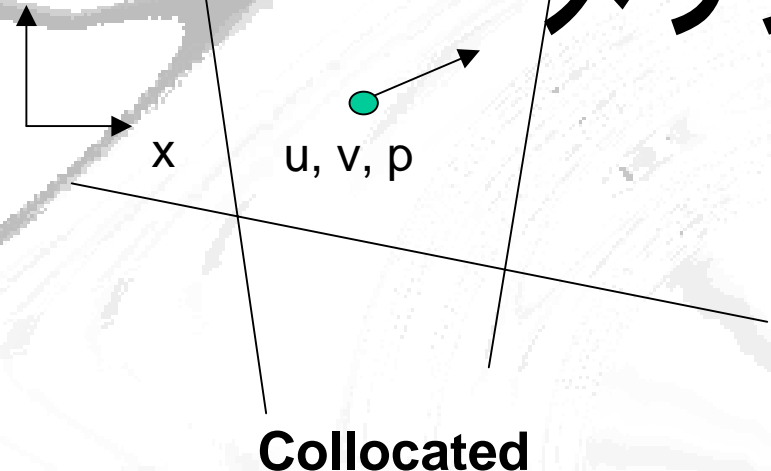
円筒座標系

物体適合座標系(BFC)

Primitives (ダクト、球、基本形状)



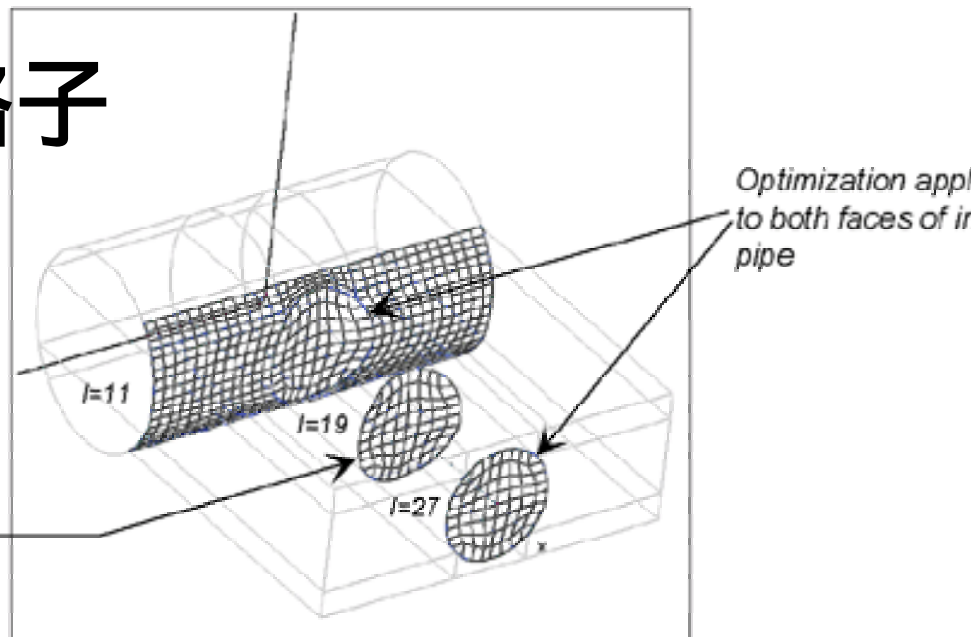
# メッシュ生成



有限体積法/構造格子

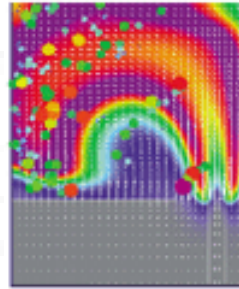
Collocated mesh

最適化機能

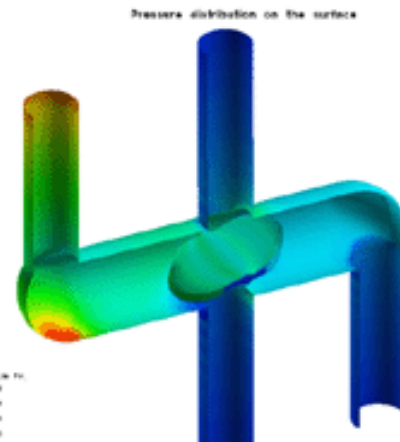


# 物理モデル

- 亜音速, 遷音速, 超音速, 極超音速流れ
- 圧縮 / 非圧縮性流れ
- 化学反応を伴う流れ
- 2相流
- 乱流  $k-$ 、RNG、Chen-Kim、LES
- 自由表面流れ
- 固体/流体連成熱伝達
- 多孔質媒体内の流れ
- 移動境界を伴う流れ
- 輻射を伴う流れ



Reaction Model	
H2 + AIR - 2 STEP	
H2 + O2 - 2 STEP	
H2 + AIR - 2 STEP	
H2 + AIR - 7 STEP	
H2 + O2 - 7 STEP	
H2 + AIR - 9 STEP	
H2 + O2 - 9 STEP	
H2 + AIR - 32 STEP	
C2H4 + AIR - 10 STEP	
C2H4 + O2 - 10 STEP	
H2 + AIR - 16 STEP	
CH4 + O2 - 45 STEP	
AIR DISSOCIATION - 32 S	
AIR DISSOCIATION - 11 S	
CH4 + O2 - 4 STEP	
CH4 + AIR - 4 STEP	
C3H8 + O2 - 4 STEP	
C3H8 + AIR - 4 STEP	
LIQUID C12H26 + AIR	
LIQUID C13H28 + AIR	
RAREFIED GAS - 10 STE	
SIH4 + H2 - 2 STEP	
SIH4 + H2 - 20 STEP	
NOX FORMATION - 5 STE	



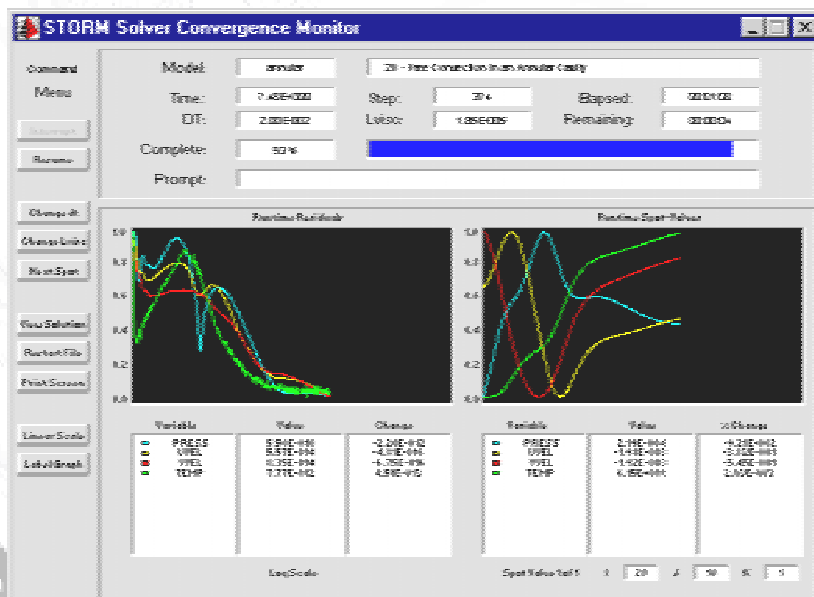
# STORMソルバー

## PISOアルゴリズム

Pressure Implicit with Splitting of Operators

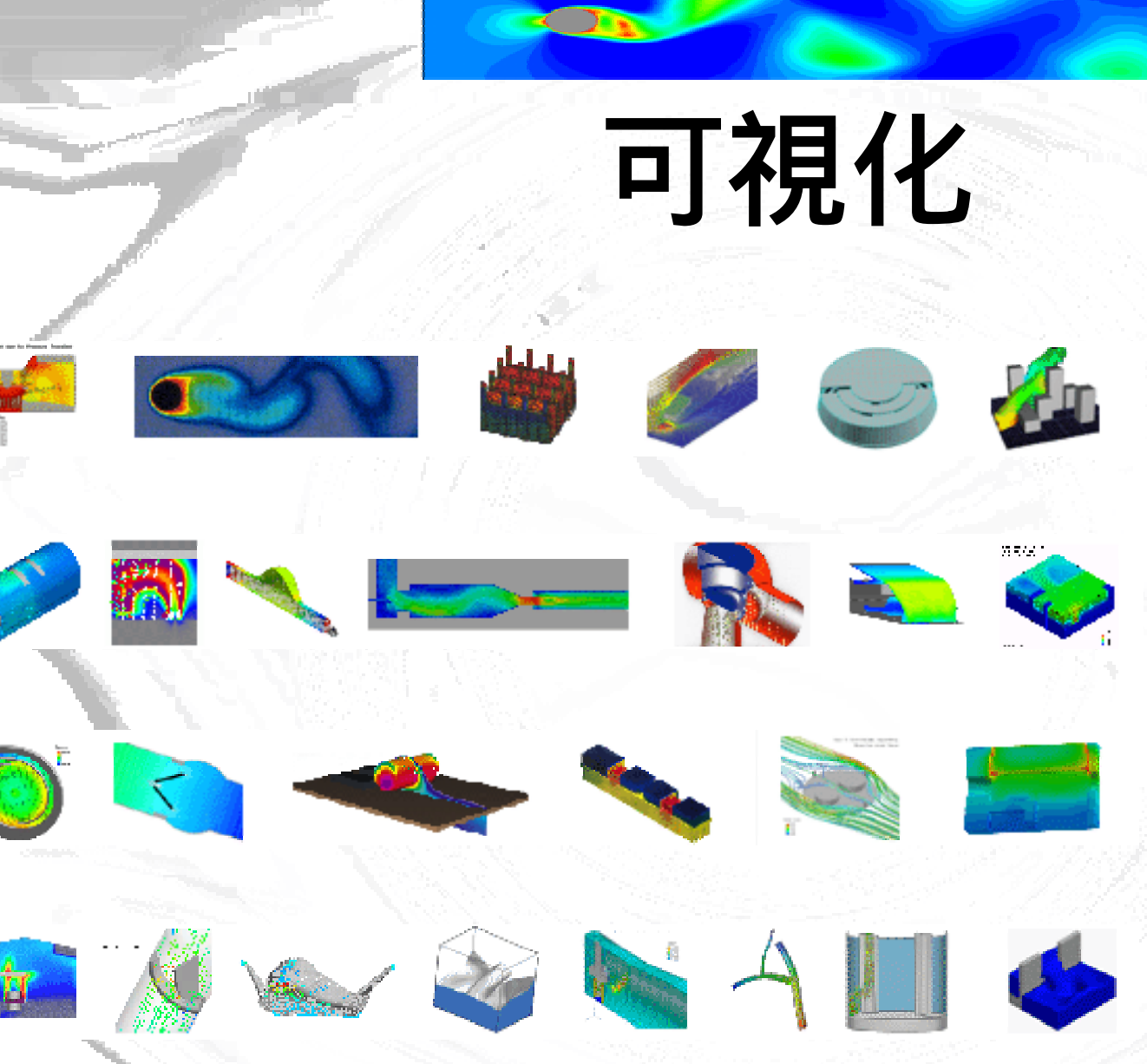
## 高次の対流項スキーム

## メッシュ・シーケンス機能



Solution Control Settings					
Field Initialization			Time Step		
Solution Output			Solver Settings		
Terms in Equations			Solution Monitoring		
Grid Sequencing			Secondary User Files		
Radiation Options					
Name	Solver	# Iter.	Relaxation	Tolerance	
PRESS	ADI	20	1	0.001	
UVEL	ADI	20	1	0.001	
WVEL	ADI	20	1	0.001	
TEMP	ADI	20	1	0.001	

# 可視化



Function Formula Specification

Name:

Constants

PI Alpha FSMach Re Time

Operations / Keys

VecX	VecY	VecZ	nrmlz
dot	cross	curl	mag
exp	ln	log	grad
sin	cos	tan	div
asin	acos	atan	abs
sqrt	(	)	/
7	8	9	*
4	5	6	-
1	2	3	+
0	.	E	^

Quantities

PRESS  
LEVEL  
VVEL  
WVEL  
TEMP  
O2  
N2  
DENSITY  
MACH  
RGAS

Formula:

$\text{sqrt}(\text{LEVEL}^2 + \text{WVEL}^2 + \text{VVEL}^2)$

OK Cancel

# 可視化



0. ズームボックス  
Undo
1. ISO - 等値面
2. Stream - 流線
3. Paths - 粒子軌跡
4. Coord - コンタ面
5. Bound - 境界面
6. Plot - 二次元プロット
7. ? - 指定点物理量表示
8. A - 文字列挿入

# カスタマイズ

境界条件、流体特性、化学反応モデルの追加等様々なレベルのカスタマイズが可能

パネル:

2つの変数と4つの係数

テンプレートファイル

を利用したFortranでの

プログラミング

従属変数表

変数名	変数値
Mass Flux	Computed
UVEL	User Defined

$A*0.5*(3*IVAR1/B-(IVAR1/B)**3)$

A =	10	B =	0.02
C =	0	D =	0
IVAR1 =	KYCC	IVAR2 =	PRESS

# 導入の容易さ

コストパフォーマンス

導入教育

説明書、FAQ、Web

セミナー

サポート体制

# Academic Partnership Program

Adaptive Research offers academic institutions the opportunity to acquire an advanced Computational Fluid Dynamics (CFD) software system at a fraction of the current retail price\*.

STORM/CFD2000 is a fully integrated software system that allows a CFD researcher to harness the power of an advanced 3D Navier-Stokes flow solver and mesh generation system with minimal effort.

STORM/CFD2000 is currently being utilized at universities around the world as a research tool to solve many challenging and interesting fluids and heat transfer problems.

# 実績

Colorado State University

Johns Hopkins University

Purdue University

Univ. of Alabama

U of California at Santa Barbara

U of California at Los Angeles

University of Kentucky

University of Minnesota

University of New Haven

University of Pennsylvania

CalPoly Pomona

University of Idaho

Tokai University (Japan)

Mie University (Japan)

Tokyo Institute - Polytechnics Univ (Japan)

Ibaraki University (Japan)

Universidade de Sao Paulo (Brazil)

University of Hong Kong (Hong Kong)

Universidade de Sao Paulo (Brazil)

Instituto Politecnico Nacional (Mexico)

Asian Institute of Technology (Thailand)

Ecole Superieure en Sciences (France)

Universitat de Rovira (Spain)

University of Moncton (Canada)

他多数

本日はありがとうございました。  
お気づきになった点、ご質問、お問合せ等は、  
下記へメールいただければ幸いです。

URL: <http://www.fluid.co.jp>  
e-mail: [sale@fluid.co.jp](mailto:sale@fluid.co.jp)

商品名等は、各社の登録商標等です。

Copyright © 2004 Fluid Technology Ltd. All Rights Reserved