

PHOENICSを活用したテーマ探索型演習

芝浦工業大学

工学部機械機能工学科

小野直樹

1. 科目内容について
2. 実習部分について
3. テーマ探索型課題の事例紹介(最近4年間)
4. 学生に習得してもらいたい点の考察
5. まとめと今後に向けて

* 類似の内容の報告を2012年のユーザーカンファレンスにて報告させて頂きました. 今回はその続編に新しい考察を加えたものになります.

経緯:

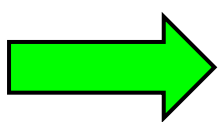
- ・自身が製造業で開発エンジニアとしてCAE (Computer Aided Engineering) 技術を多用していた経験あり。機械系開発業務では熱流体計算と材力計算による予測がコストダウンのために重要視されている。
- ・近年はPCの能力向上が顕著で、PCでかなりの3次元の実用計算が可能になっている。

目的:

- ・**学生が将来企業の開発的な業務の中でCAE業務を任されたとしても、アレルギーなく担当できるようにさせたい。実践技術者としてもCAEのスキルは武器になる。**
- ・科目名称は「数値熱流体解析」(学部3年生後期)であるが、数値解法の基礎も少し含ませている。

授業内容(シラバス)

- ・第1～4コマ: 数値解法の基礎(数値解法とは、差分法、方程式の解法、数値積分法など)
- ・第5～6コマ: 微分方程式の解法(オイラー法、ルンゲ・クッタ法)とそれらの実習(エクセル使用)
- ・第7～9コマ: 1次元熱伝導問題の解法(陽解法と陰解法、**3項方程式(TDMA)法**)
- ・第10～11コマ: **ナビエ・ストークス式の解法解説**(風上法、SIMPLE法)
- ・第12～15コマ: **「PHOENICS」を用いた実習(課題取り組み)**



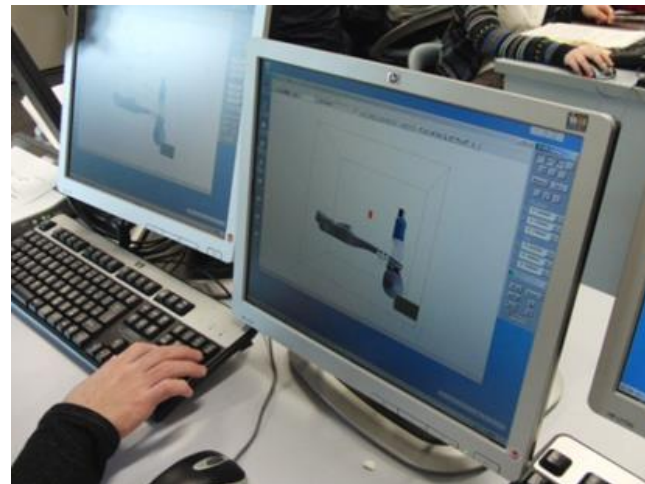
ソフト使用がゲーム化(ブラックボックス化)しないように配慮

2. 実習部分について①

- ・講義で1次元熱伝導問題を3項方程式(TDMA)法での解き方を説明し、手計算(電卓)で演習問題を解かせる。
- ・ソフトを用いても同じ問題を解かせコンピューターの威力(数秒で解く)を体感させる。2次元問題にも展開しメリットを理解させる。
- 技術者にとって活用する価値があることを体感させる。
- ・入門の例題として、熱伝導問題(1次元、2次元)、単純なキャビティ流れ(2次元)、冷却フィンの問題(2次元共役熱伝達問題)を解説しながら演習する(履修生約60名、教員と3名のTAで指導)。



PC教室での演習風景



学生の実習の様子

学生達がソフトの使用に慣れてきた段階で次の演習課題を出す。

問題(2) (コンペ「PHOENICS CUP (フェニックスカップ)」対象課題):

汎用熱流体解析ソフト「PHOENICS」を用いて、演習に使用した例題(配布した資料の例題)とは大きく異なる**新しい問題を自分で設定し、シミュレーションを試みよ**。設定した問題の説明と、計算結果のグラフィックの絵等をプリンターで出力して添付し、得られた結果や考察などを記述すること。

問題は今までの創成科目等に関するものや、**自由な発想に基づくものなど何でも構わない**。但し、複雑な形状は極力単純化し、境界条件も簡単に扱うこと。メッシュ数も少なめに抑え、3次元形状の計算で、もし計算遂行が難しいのであれば2次元に簡易化した問題にするなどの措置を施すこと。

- ・学生達は、身の回りの題材や現象など様々なテーマを探索して興味を持って取り組んでいる。**興味を持続させるため自分で課題を探索することが重要**。
- ・**計算は1例だけではなく、必ず何か着眼点を決めて比較モデルも計算し、比較考察させている**。
- ・レポートの内容から毎年1位～3位に表彰状(ソフト会社CHAMジャパン殿ご提供)を出すコンペとし、学生のヤル気を喚起している。

2. 実習部分について③

2016年10月21日

PHOENICSユーザーカンファレンス

<2012年度>

1位: 高架駅周りの壁の効果について

2位: 水中内を潜航する潜水艦の流体解析

3位: となりのトトロのサツキとメイの家に暖房装置を入れた時の解析

<2013年度>

1位: アンパンマンの各キャラクターの飛翔時の流れ

2位: 車の窓の開け方による車内の流れの変化について

3位: ホットプレートの温度分布のシミュレーション

<2014年度>

ノーベル賞受賞記念課題(中村教授のツーフロー法について):

最優秀と優秀

自由課題部門:

最優秀: 豊洲センタービル(豊洲駅)間の狭い部分でのビル風

優秀: 水泳時の手のひらの開け方と受ける圧力

<2015年度>

1位: 炭火焼肉店の煙吸引器について

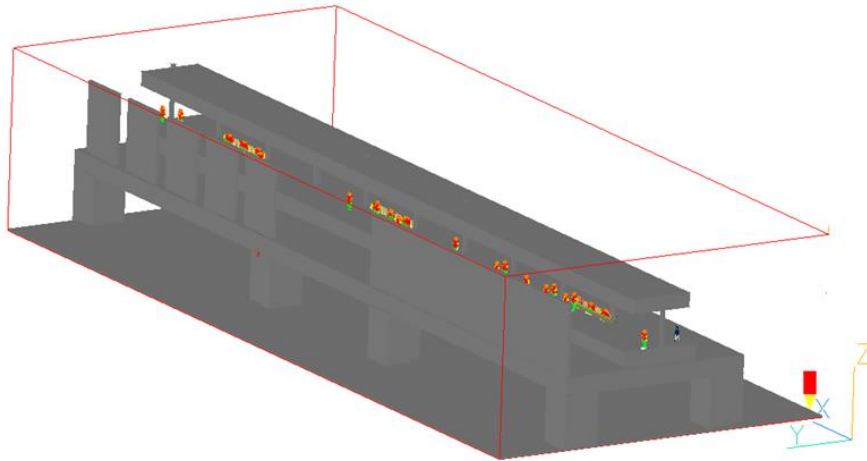
2位: 豊洲校舎の男子トイレ内の臭気について

3位: コンビニ店内への入り口からの風の吹きこみについて

最近4年間の受賞者の解析テーマ

着眼点に面白いテーマもある。

(必ずしも機械分野では無いものもある。)



No title has been set for this run.

高架駅のホームのモデル(三次元)

高架駅のホームでの風対策の壁の効果について、どのくらい遮蔽できるか？



No title has been set for this run.

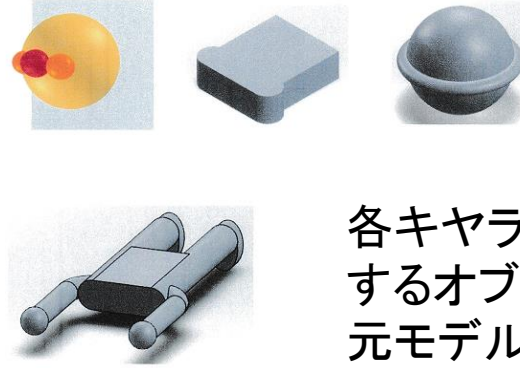
壁のある部分の風圧分布



No title has been set for this run.

壁のない部分の風圧分布

3. テーマ探索型課題の事例紹介②

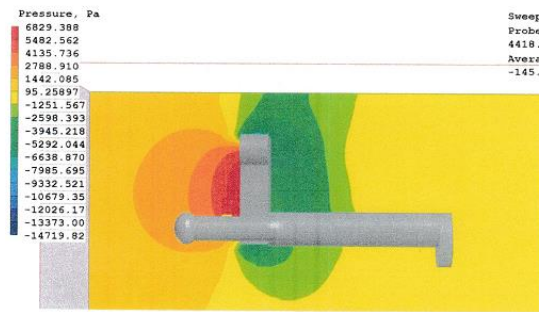


各キャラクターを構成するオブジェクト(三次元モデル)

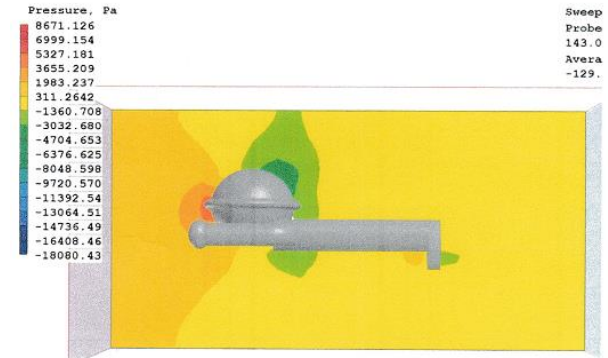
アンパンマンと仲間たちの
飛翔性能の比較



アンパンマン



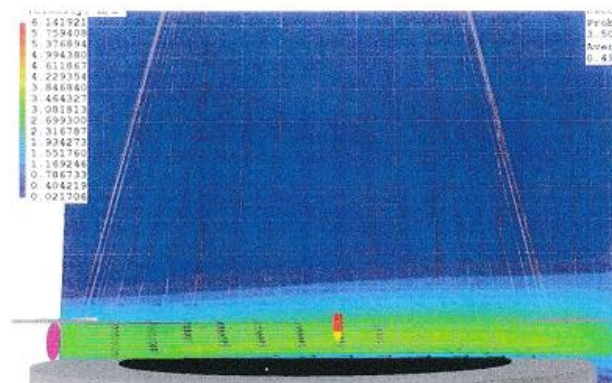
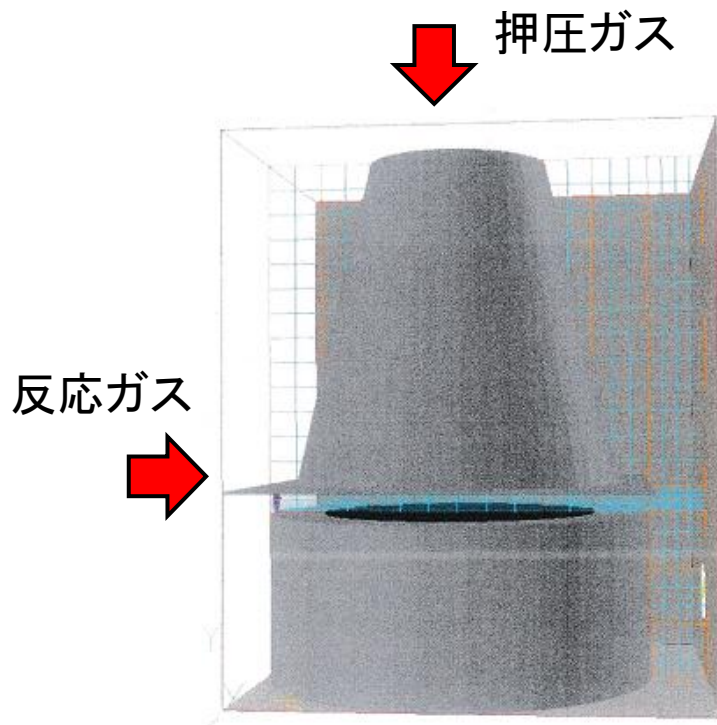
しょくぱんマン



カレーぱんマン

各キャラクターの飛翔時の体周辺の圧力分布

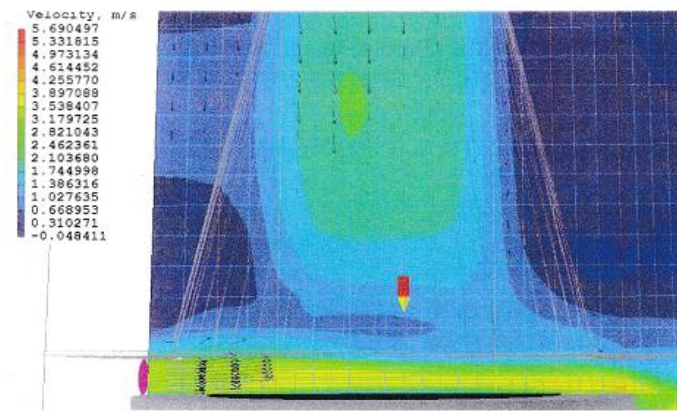
の勝ち!



ウエーハ上を流れる反応ガス

中村修二教授発明のツーフロー法の
 流れの状況を理解する。

(ノーベル賞受賞記念課題)



押圧ガスも流した時の状況

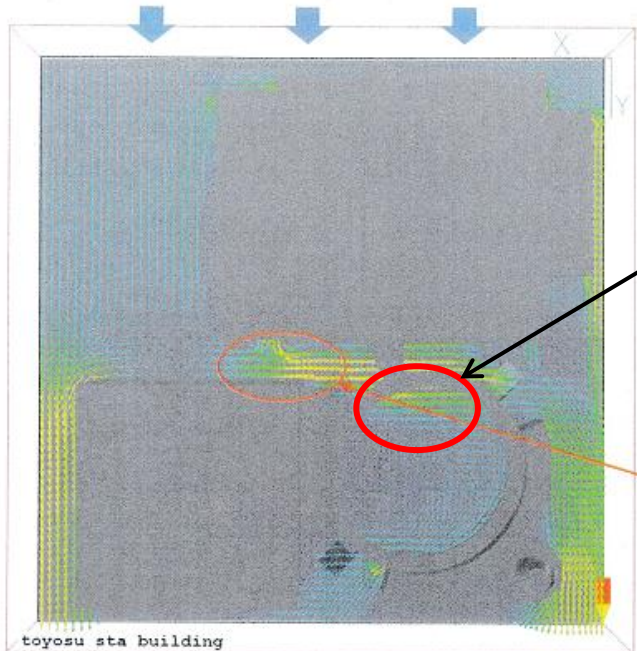
3. テーマ探索型課題の事例紹介④



Google map より作成

豊洲駅(メトロ)の状況

こちらから風が流入



渦流れ

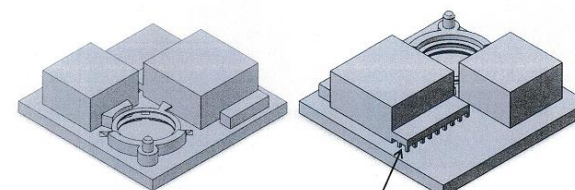
絞り

不快な渦の位置
が変化する



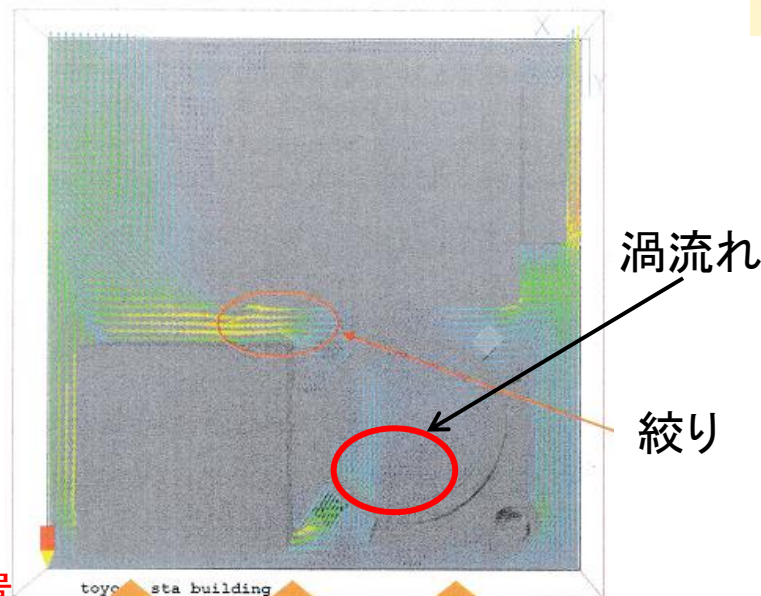
ビル風が強いと知られる場所

二つのビルによる絞り



ビルエントランス(駅車場)

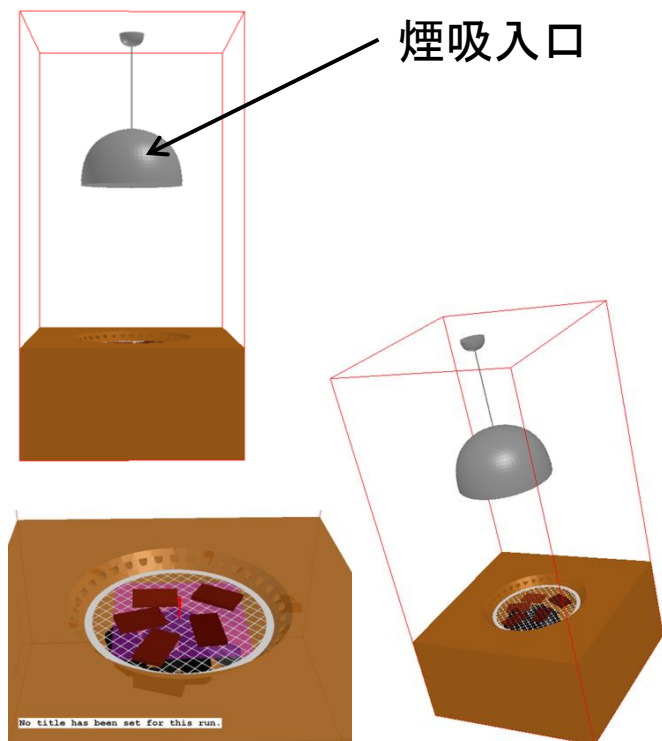
三次元モデルによる
表現



渦流れ

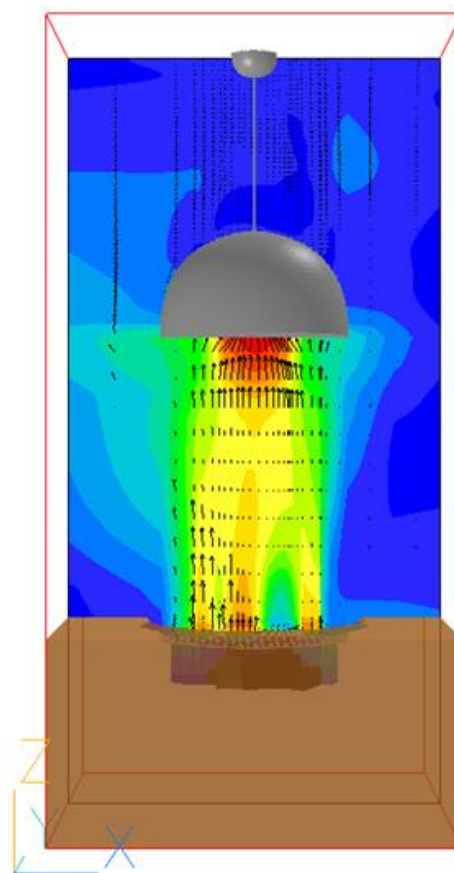
絞り

こちらから風が流入

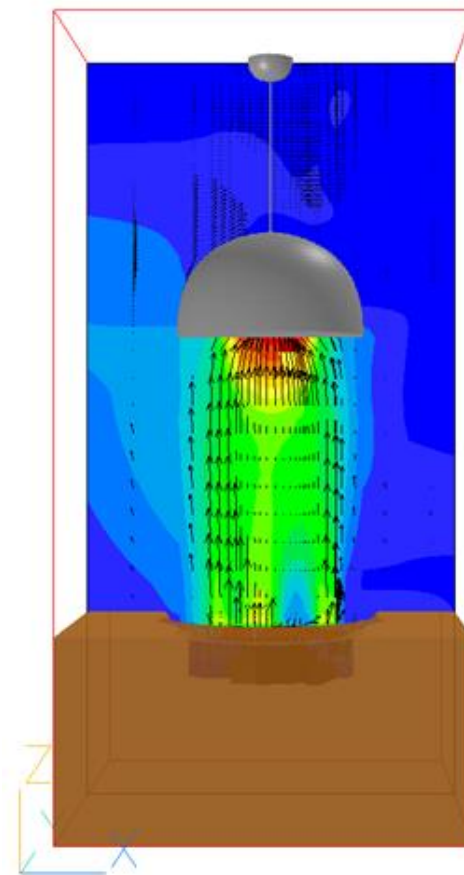


炭火焼肉店の煙吸入
装置の風速に関する
検討

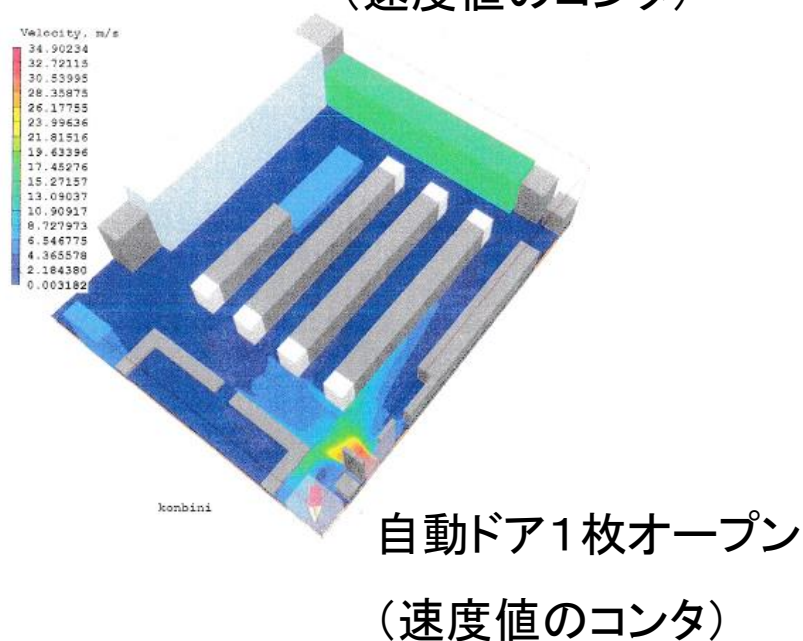
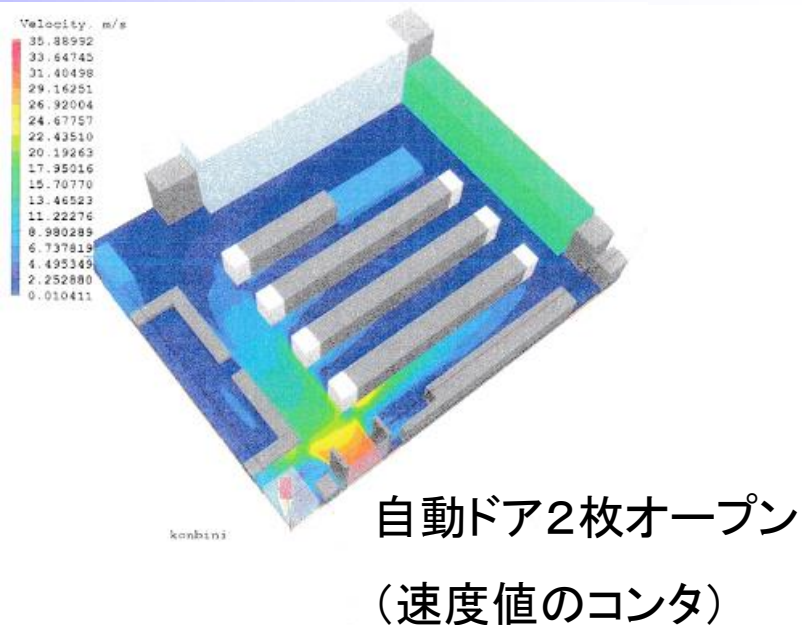
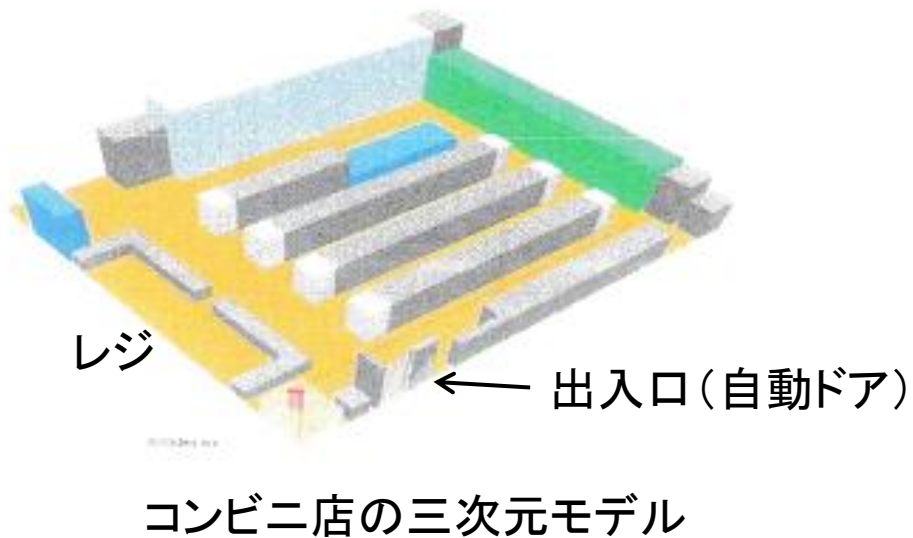
煙は拡がらずにまっ
すぐ吸い込まれて欲し
い。



吸入速度小



吸入速度大



アルバイト中のコンビニ店の出入口から吹き込む風の防止について
出入口近くの陳列物が飛んでしまうので困る...

CFDの効用を学生時に体験してもらいたい！

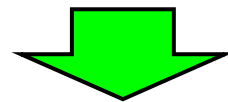
CFDの効用(小野私案)

- 1) どのような流れや温度分布になっているか, すぐには予想できない場合. 実験より早く流動状態が把握できる.
- 2) 流れの状況はある程度予想できるが, 注目している部分での特定の物理量(流速, 圧力, 温度等)を事前に知りたい場合. 設計に早めに活かせる.
- 3) 装置の形状や操業条件の変更が, 運転の目的に対してプラスの効果となるかマイナスの効果になるか, すぐには予想できない場合. 比較モデルを作成して考察することにより, 実験より前に判断できる.

→ 製造業での設計開発業務で出くわす課題の練習となる.

CFDの専門部隊をもたない企業様での悩み(小野推測)

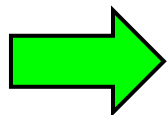
- ・CFDが活用できる人材の育成に必要な、時間・コストに見合うだけのメリットが我が社にあるのか？
- ・実際の問題をCFDを用いて計算させても、非常に時間がかかったり、結果の考察が曖昧(つまりどうなのか不明)で、実験の方が結局早い。



CFDに対する誤解が企業に生じる

学生時代に身に付けたい点

- ・計算でどのようなことができるのか、どのくらいの解像度や精度で計算ができるのかを学ぶ必要がある。場合によっては計算には向かず、実験の方がよい場合もある。
- ・モデル化・メッシュ生成・計算に必要な手間・時間と、得られる知見とのバランス感覚も学んでおく必要がある。企業では時間がタイトである。
- ・計算結果を正当に評価や考察できるための流体力学や物理の基礎を学んでおくことも必要。



CFDを自分の武器の一つとして采配できる技術者を育成したい

まとめ

- ・ビジュアルに楽しく作業できるPHOENICSを活用して、熱流体シミュレーション技術の基礎の習得から実践的な利用までを、授業で継続して実施している(2008年以降現在も)。
- ・学生達は数値シミュレーション技術の威力と魅力を理解し、積極的に自由課題に取り組んでいる。自分の興味や疑問を、身近なものから探索し課題を設定して取り組んでいる。
- ・今後は企業内でのCFDの活用をさらに広げられるように、CFDの効用や使い方まで意識させて、学生の教育に取り組んで行きたい。

*** 他の教育関係機関の方々と連携して、ここで紹介したような「フェニックスカップ」を広く開催してみるのも楽しいと思います。**

御清聴ありがとうございました。