

## 第4回数学イノベーション委員会資料

# 数学・工学・産業の異分野連携の プラットフォーム創出を目指して

H24年1月26日

文部科学省17階 研究振興局会議室

新日本製鐵株式會社  
先端技術研究所 数理科学研究部

中川 淳一

# ご報告内容

- 数学・数理科学の力が必要な課題

マルチスケールモデリング

ミクロとマクロを結ぶ数学理論が必要

土壌汚染の事例を使い紹介

- 数学・数理科学との連携促進策

「数学・数理科学をコアにしたオープンイノベーションのプラットフォーム」を設立、領域横断的に多様な専門性を有する人材が、自発的に集まる仕組みをつくる。

土壌汚染を議題に、5年前から継続して共同運営している「数学・工学・産業の異分野連携の議論の場」の活動内容を紹介

# 数学イノベーション振興を目指す産学連携 チーム運営の3つの構成要素

コンセプト

数学がイノベーションの源泉である！  
体系化された「知」に基づく数学者の自由な発想が、  
科学・技術のブレークスルーの鍵になる。

## 【1】フィードバックが機能するコミュニケーションの場

互いの隠れた才能を引き出し、一緒に考え行動をおこすための  
人材育成の場&問題解決の場

## 【2】個々の数学者の研究スタイル重視と成果顕在化の両立

数学者の自由な発想重視の新しい水平分業型のビジネスモデルの展開

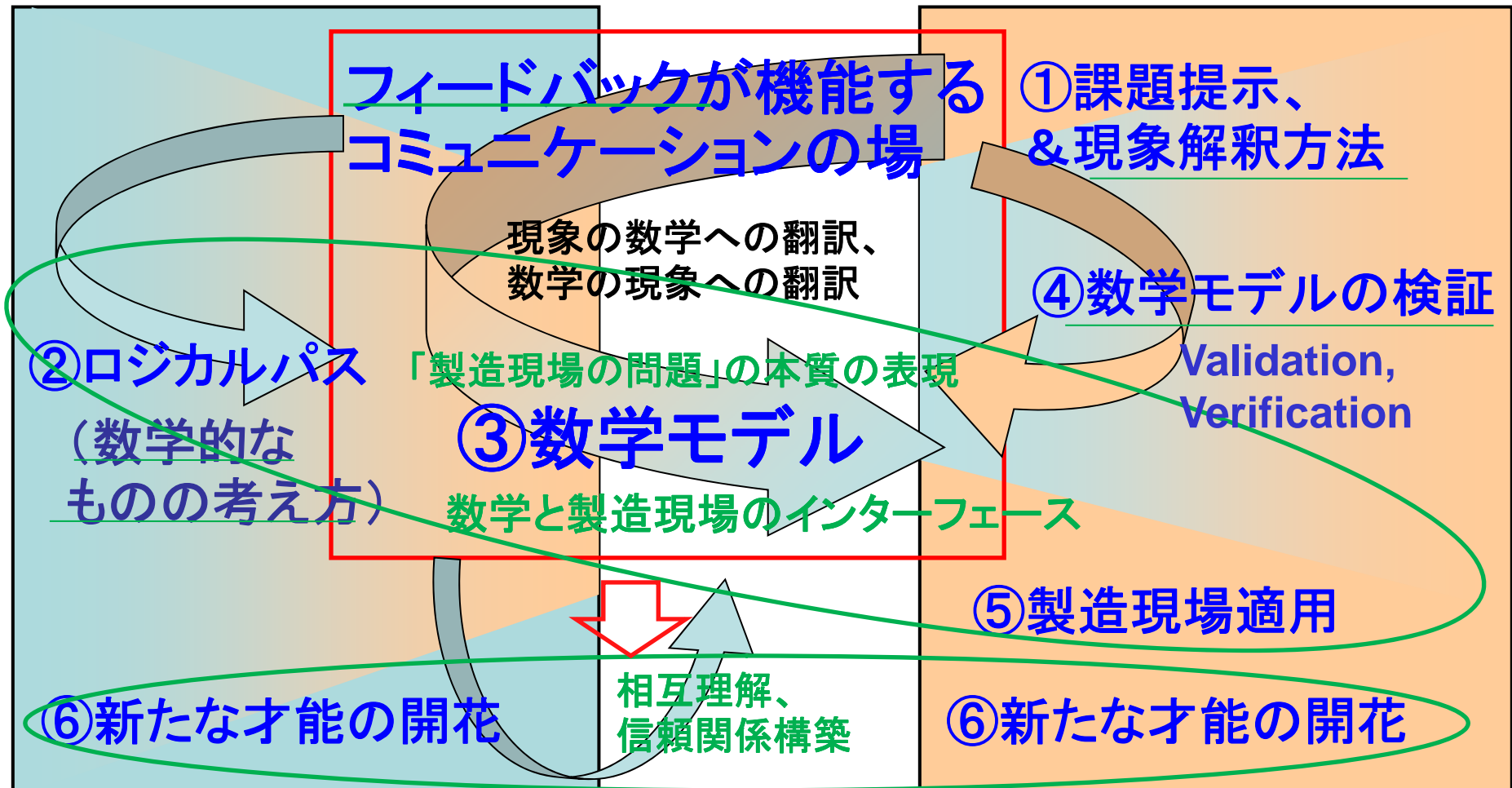
## 【3】異分野融合（数学・産業・工学）の人材マグネット

アカデミアの工学者が参画に魅力を感じるチームになること。数学&工学  
&産業の異分野連携による科学・技術の社会への出口の多様化

# 人材育成の場、問題解決の場

互いの隠れた才能を引き出し、一緒に考え行動をおこす。

【数学者】 **タスクフォースチーム** 【新日鐵】



# 数学イノベーション振興を目的とする 産学連携チームが目指すもの

「数学理論」と「社会を動かす技術実現」  
の時間の隔たりを劇的に短縮すること!

- 既存の思考の枠を外し、自由な発想で、社会の問題を一緒に考え行動をおこす場をつくる。
- 数学と社会のHubになる人材を育成する。
- 技術成果を社会に発信し、科学・技術の出口をつくり、数学イノベーション「数学が社会を動かす」を振興する。

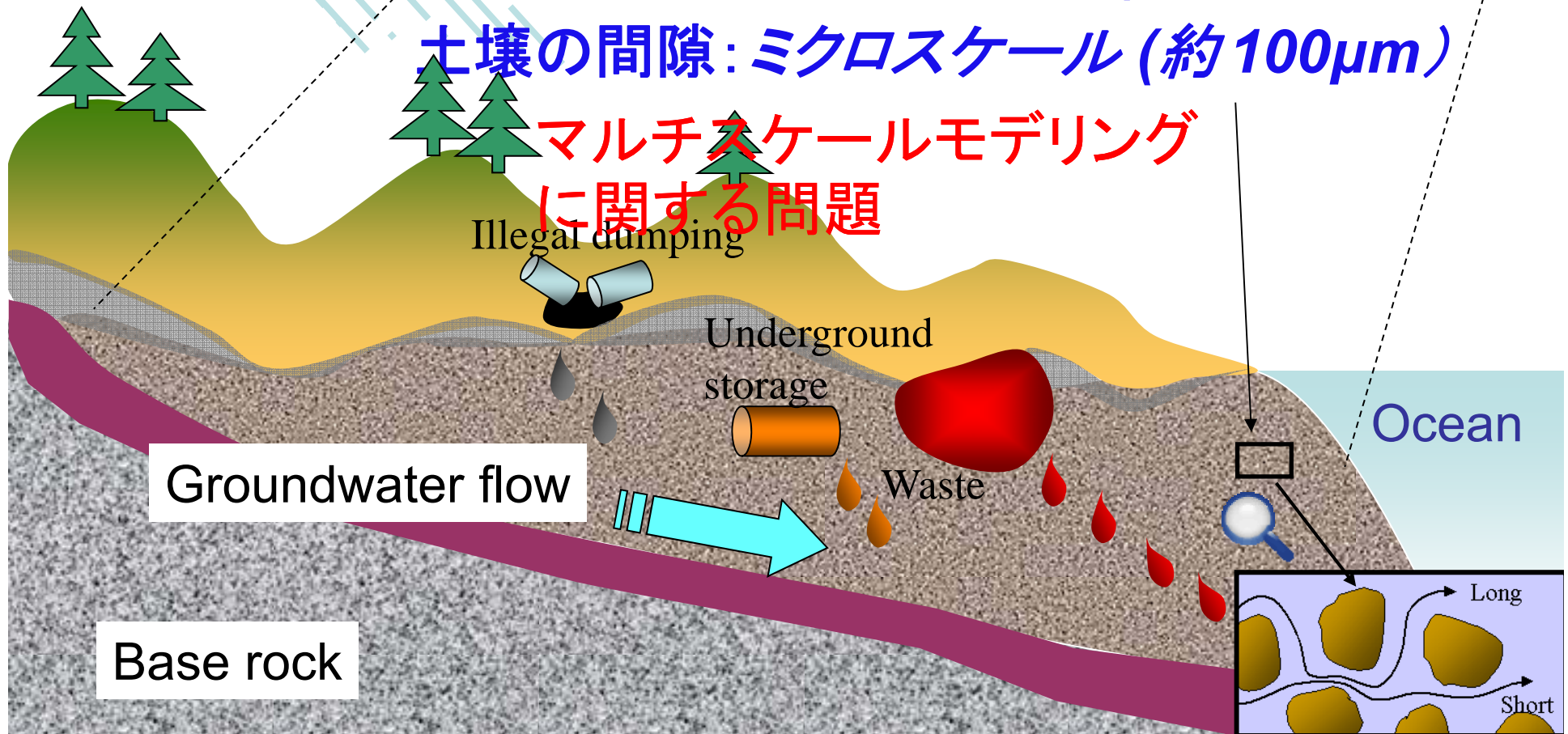
数学・産業の連携により新しい研究領域が生まれた事例

# アカデミアの工学者からの問題提起を受けて “The Prediction of the Progress of Soil Contamination”

フィールド: マクروسケール (100m-10km)

土壌の間隙: ミクروسケール (約100 $\mu$ m)

マルチスケールモデリング  
に関する問題



# 鉄鋼製造プロセス／マルチスケール性を有する現象・品質の制御のニーズは大きい

From a brochure of Nippon Steel

## Raw materials

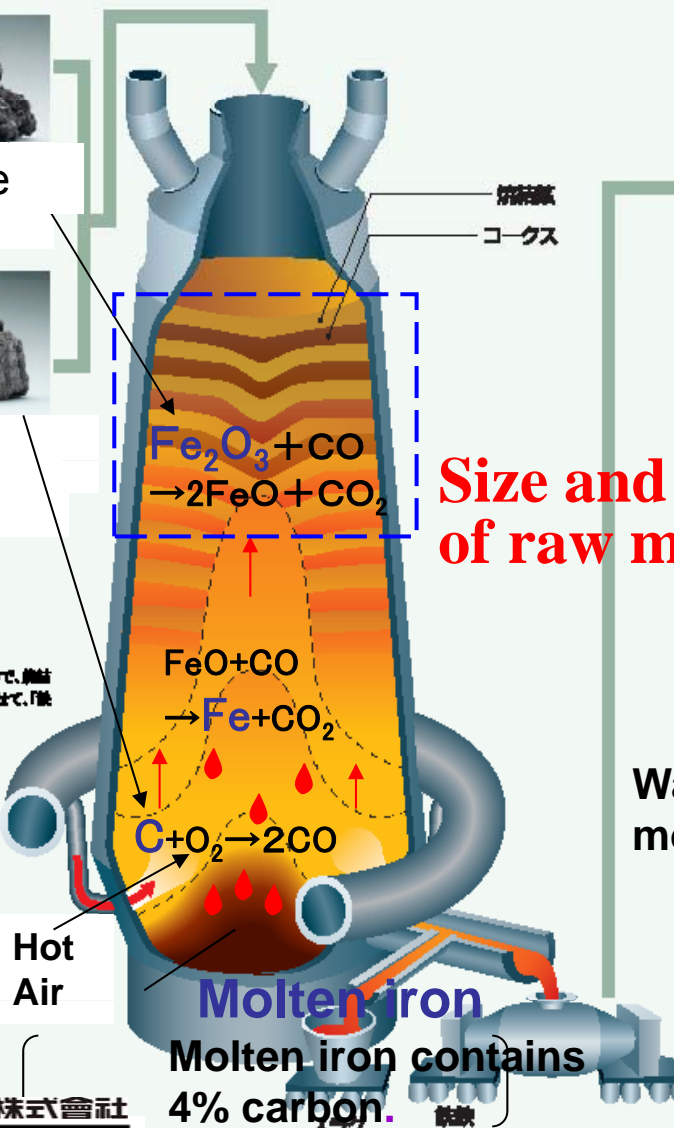


Sintered ore



Coke

## Blast Furnace



Size and quality of raw materials

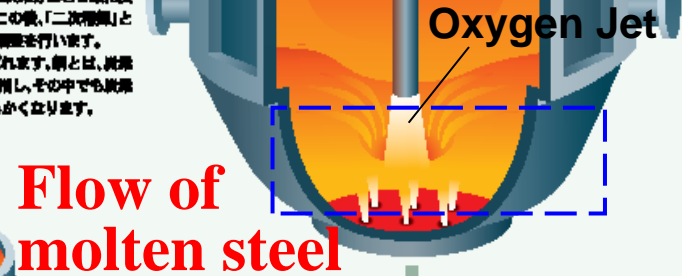
## Basic Oxygen Furnace

### 製鋼工程

高炉から、まだ調整している不純物や高炉内で取り込んだ炭素分を除去するとともに、お客さまのご要望に合わせた化学成分の調整をする工程です。

### 転炉

「転炉」と呼ばれる、容量約300トンの炉の中に、高炉から運ばれた鉄液と酸素を吹き込み、そこに高炉の鉄液を吹き込むことで、不純な炭素分などを酸化反応させて取り除きます。さらにこの後、「二次精錬」と呼ばれる工程で最終的な成分の調整を行います。こうしてできた鉄は「鋼」と呼ばれます。鋼とは、炭素含有量が1.7%未満の鉄のことを指し、その中でも炭素分が高いほど硬く、低いほど軟らかくなります。



Ladle

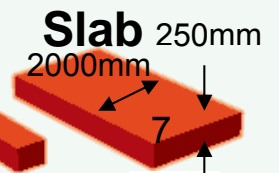
Water-cooling mold

## Continuous Casting

### 連続鋳造

最終製品の形状・重量などに応じて、鋼を特定の大きさに固める工程です。約1,800℃で溶融状態にある鋼を鋼型に連続的に流し込んで外側から徐々に冷却し、凝固した鋼をロールで引き抜いて必要な大きさに切断します。こうしてできた鋼の塊は「鋼片」と呼ばれます。鋼片は、最終製品の形状に応じて「スラブ」、「ブルーム」、「ビレット」の3種類に作り分けられます。

Quality of material



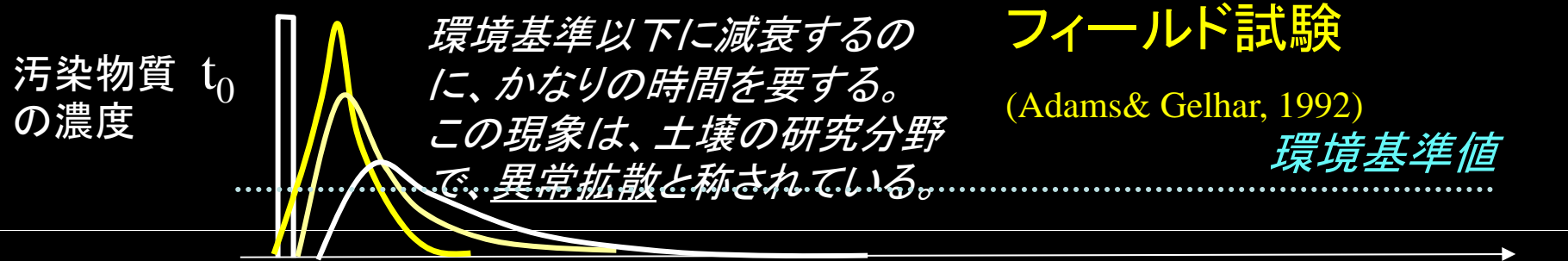
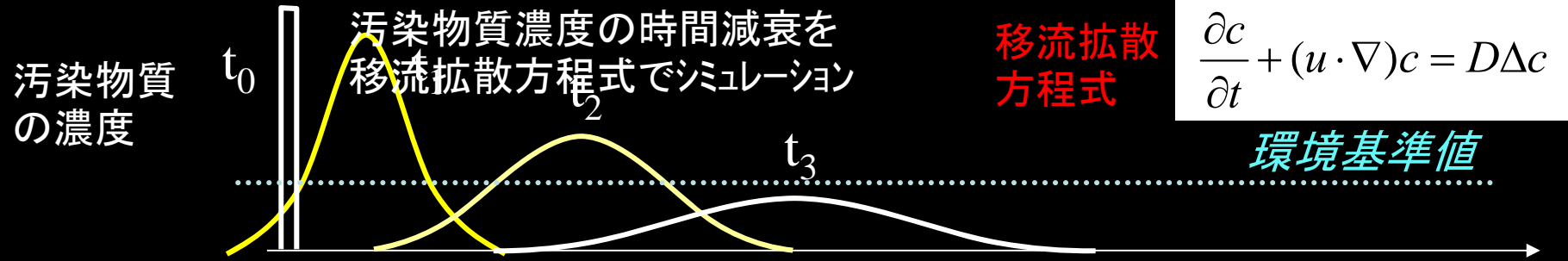
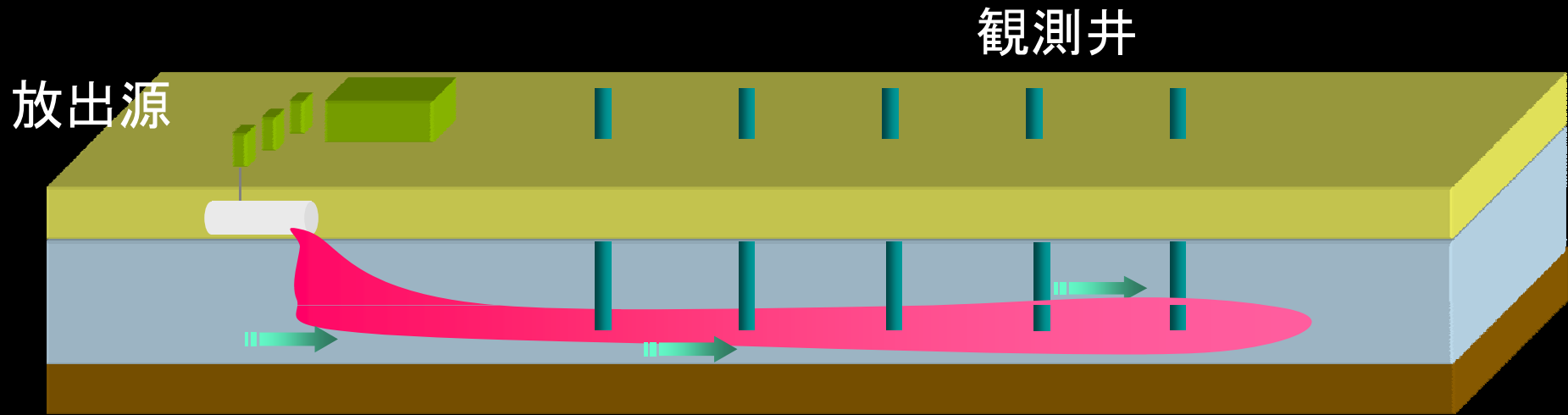
鉄液1トンつくるのに必要な原料

- 鉄鉱石 1.8トン
- コークス 0.4トン
- 石灰石 0.1トン

新日本製鉄株式会社  
NIPPON STEEL

# 従来モデルと現実

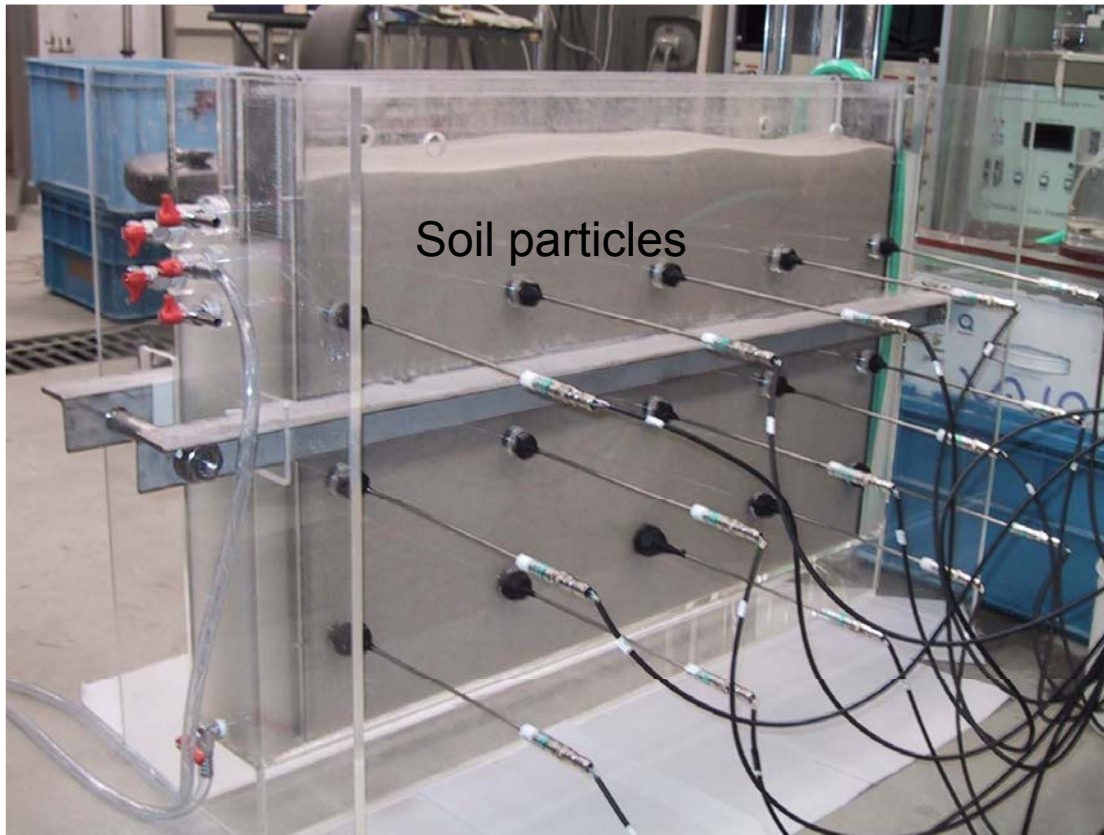
筑波大学大学院・リスク工学専攻  
羽田野准教授





# Analysis for Anomalous Diffusion in Laboratory Experiments

## Monte Carlo Simulation based on CTRW (Continuous Time Random Walk)

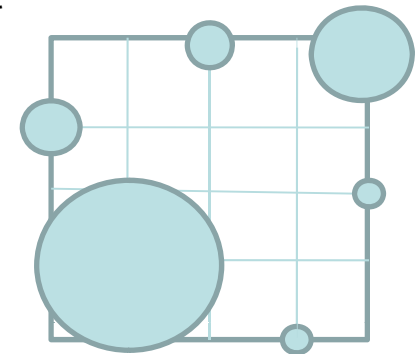


Dr. Yuko Hatano, Department of Risk Engineering, University of Tsukuba

The waiting time function has been found out by the experiments.

$$w(t) \sim \left(\frac{t}{\tau_0}\right)^{-(\alpha+1)}$$

1. Set uniform grids for calculation
2. Distribute the waiting time function randomly on the grids
3. Carry out the random walk method with taking the waiting time function into account

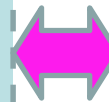


### Random Walk Model

Normal diffusion  
that follows Fick's Law

$$\langle x^2 \rangle \propto t$$

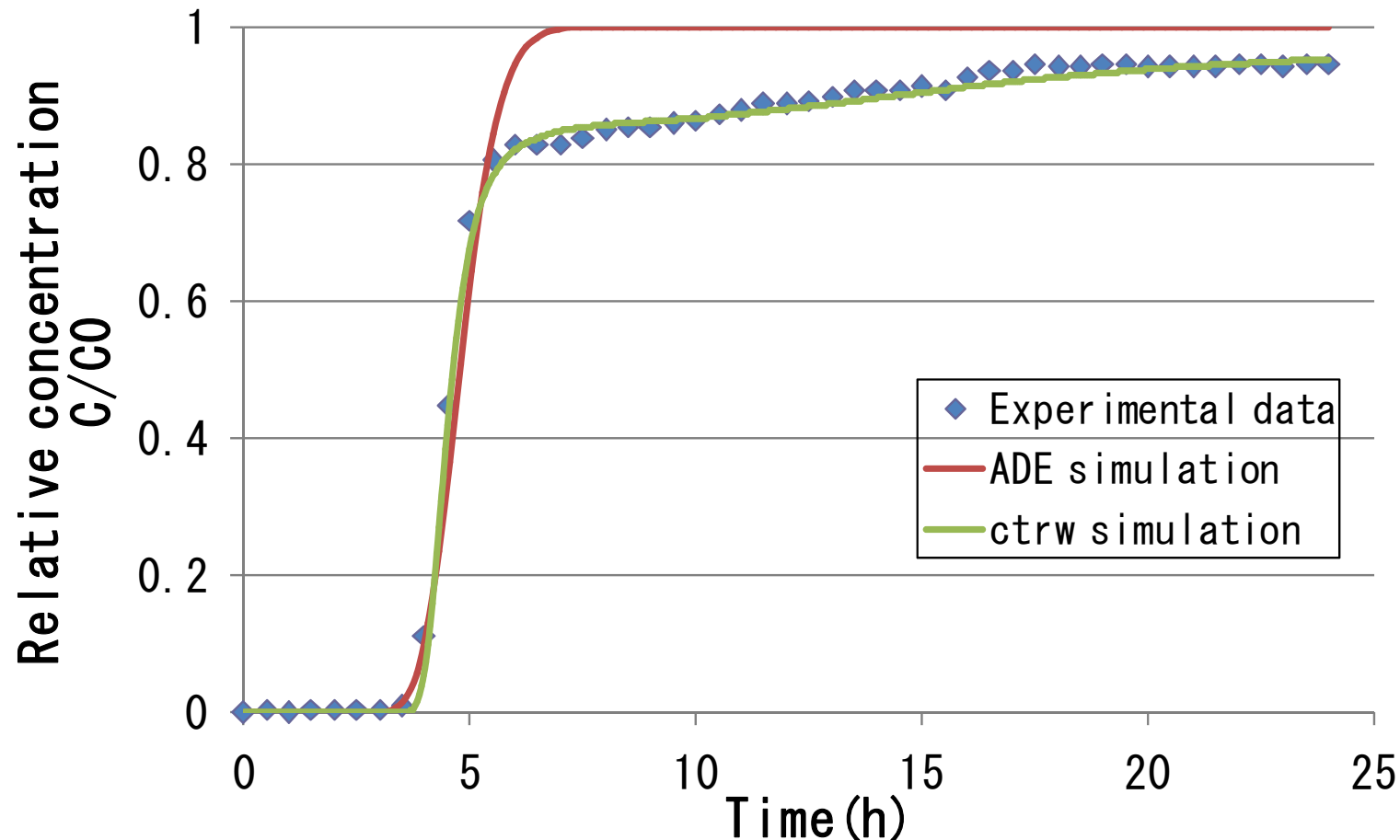
$$\alpha=1$$



The numerical experiments say that the mean squared displacement grows as

$$\langle x^2 \rangle \propto t^\alpha \quad 0 < \alpha < 1$$

## An Example of Experimental Results



Since experimental data differ from the ADE (Advection Diffusion Equation) simulation, these are fitted by the CTRW simulation and the corresponding  $\alpha$  value is determined.

$$w(t) = t^{-(\alpha+1)}$$