

## 1. 高速道路の渋滞を事例として

## 自分車のカーナビ

同一の物質粒子に着目して、その運動を追跡する

- ・ラグランジュ表示
- ・物質表示



## 定点カメラの観察

空間の一点に観測点を固定して、次々に通過する物質粒子の運動を観察する

- ・オイラー表示
- ・空間表示



中学、高校の復習:  
質点の運動は、**物質表示**でした

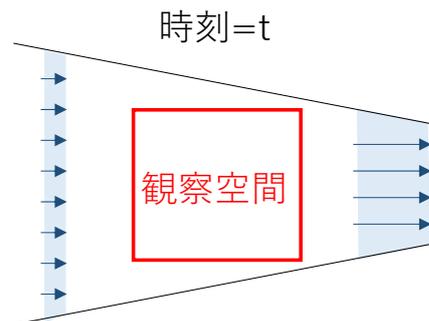
速度:  $v$

加速度:  $a = \frac{dv}{dt}$

## 空間表示

事例: 細くなる流路

観察空間での物質  
粒子の線速度



ある場所で観察したとき、次々に新しい粒子が流れてくる→どのように表記するか?

## 2. 空間表示での加速度

速度と加速度は、一つの物質点を持つ物理量

**物質表示**では、物質点 $X$ を固定して、その $X$ が持つ物理量 $v$ を時間微分するとき、物質微分(Material derivative)といい、次の記号を用いる。

$$\frac{Dv}{Dt}$$

物質に付随した時間変化率

**空間表示**では、その場所にいる物質は、時間毎に違う物質なので、物質が変わることによる変化を考慮する必要がある。

具体的には、現在配置での物理量を、基準配置の変数に変換して、微分の鎖律を使って求める。基準配置の変数は物質点を示すので、時間毎に物質が変わることによる変化が求められる。

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \underline{\underline{(v \cdot \nabla)v}}$$

ある場所での  
時間変化率

物質が移動したことによる  
時間変化率

関眞佐子, 日本バイオレオロジー学会誌 11 (2), 22 (1997)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpnbr1987/11/1/11\\_22/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpnbr1987/11/1/11_22/_article/-char/ja)