

野球における変化球と“ながれ”



宮野 哲史

平野研究室 夏合宿2008

野球における変化球

いろんな球種(の一部)

縦方向の変化

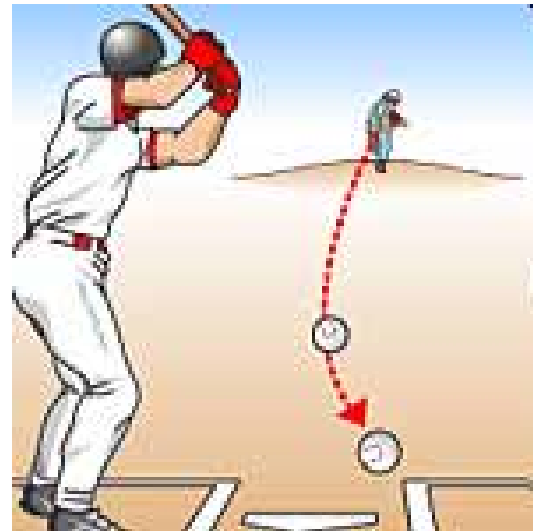
- ストレート
- フォーク

縦横方向の変化

- カーブ
- シュート
- ナックル

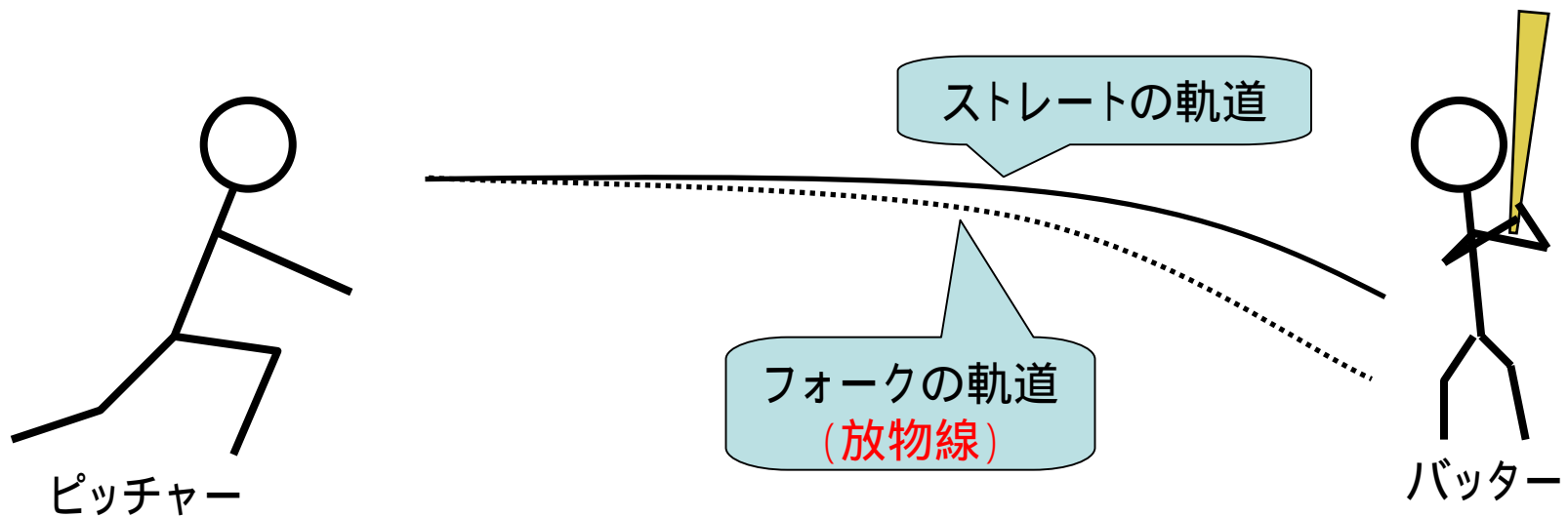
戦術としての変化球

- 優れた打者は**ボールの軌道を読む**
- 変化球により、**軌道を絞らせにくくする**



カーブ

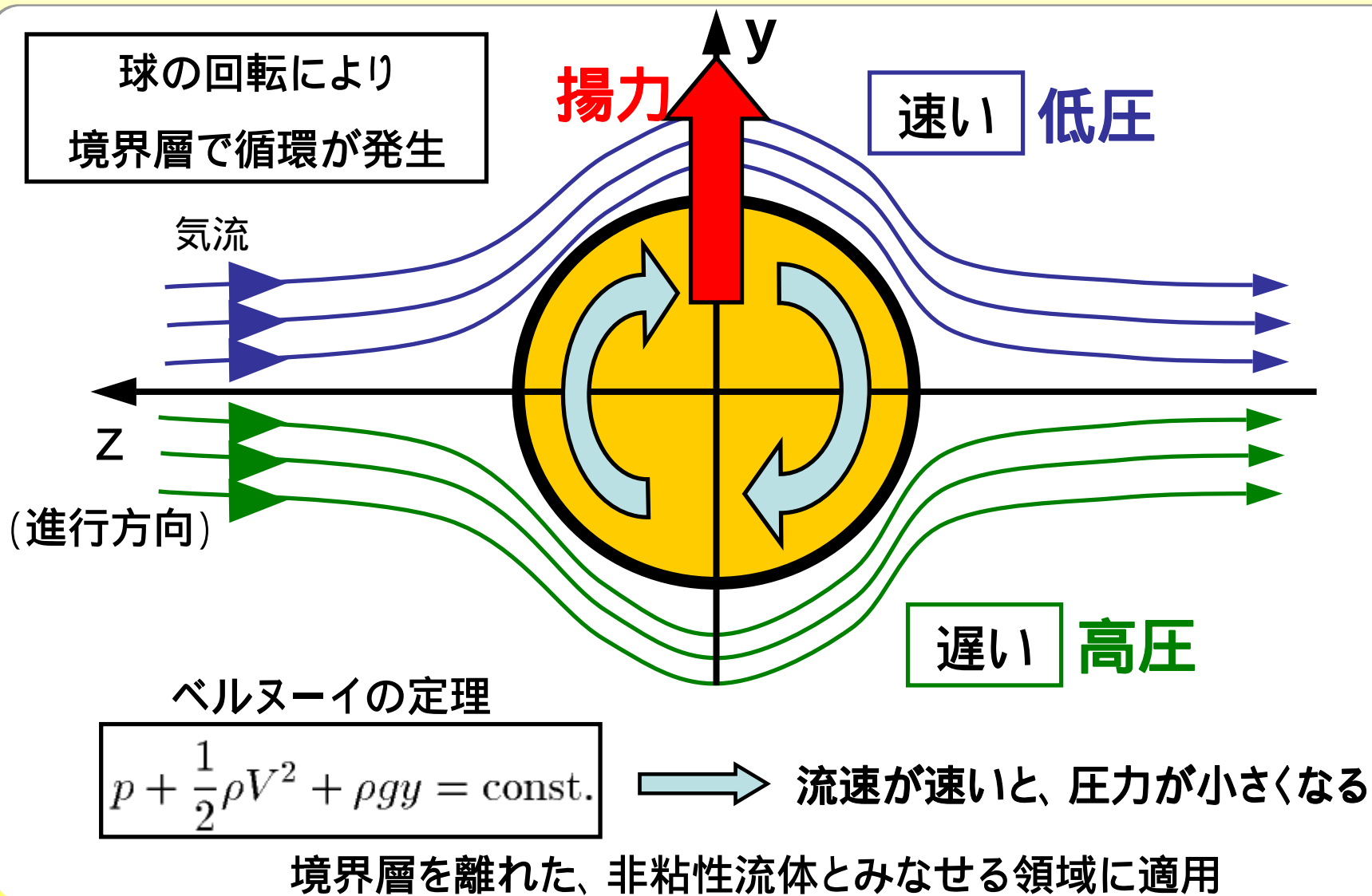
例：縦方向の変化



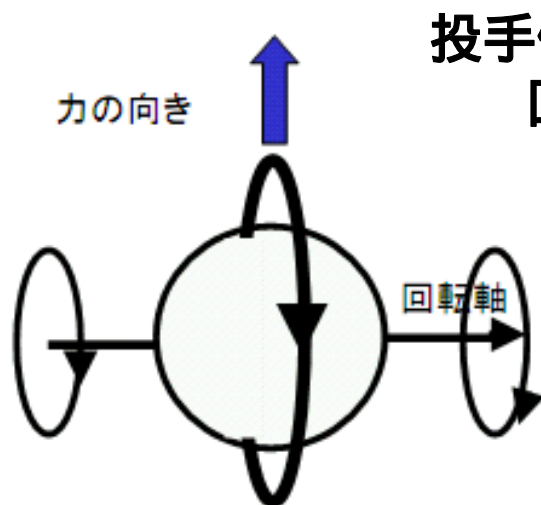
放物線軌道からずれるものを変化球とするなら、
ストレートは変化球である

ストレートには、重力を打ち消す方向の力が働いていることになる

■ マグナス効果



■ 球種と回転の関係

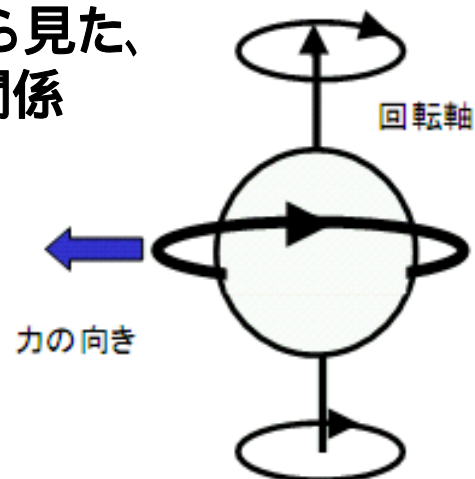


ストレート

・バックspin

・放物線軌道より直線に近い
ため、“はねる”ように見える

投手側(右投げ)から見た、
回転と揚力の関係



カーブ

・反時計回りのspin

・重力と揚力の合成により、
曲がりながら落ちる

ほとんどの変化球は、マグナス効果で説明できる

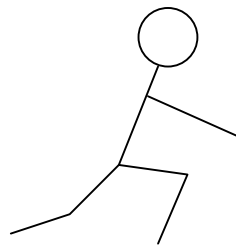
(回転の方向が違うだけ)

■ マグナス効果によらない変化球

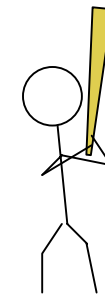
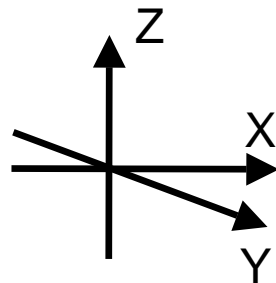
空力係数を考慮した、ボールの軌跡を表す式

$$\left\{ \begin{array}{l} X(t) = (U_0 \cos \theta)t - \frac{1}{4m} C_D \rho U^2 A t^2 \\ Y(t) = \frac{1}{4m} C_S \rho U^2 A t^2 \\ Z(t) = (U_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2} g t^2 + \frac{1}{4m} C_L \rho U^2 A t^2 + Z_0 \end{array} \right.$$

- C_D : 抗力係数
- C_L : 揚力係数
- C_S : 横力係数



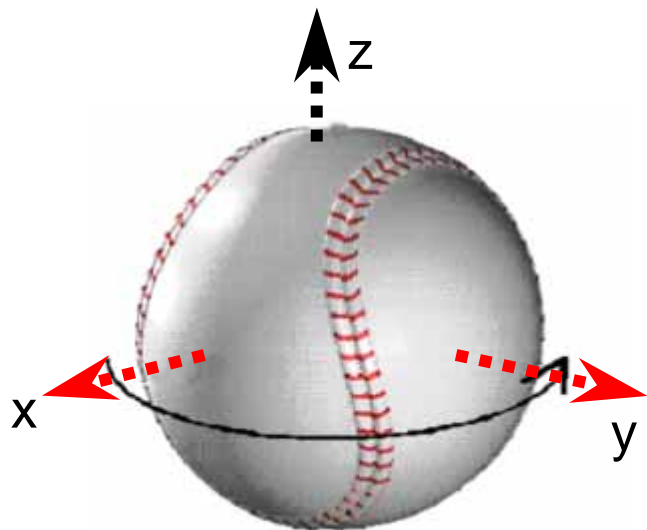
ピッチャー



バッター

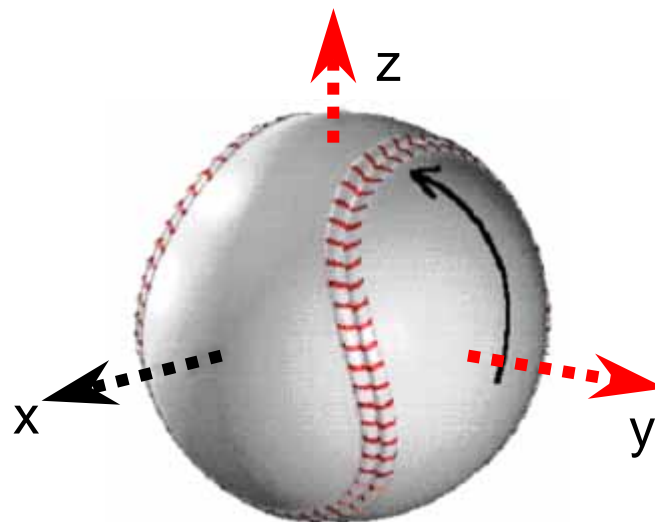
縫い目に関する空力係数

- ボールの回転は2種類に分類できる



4シーム回転

(x軸からの角度を とする)



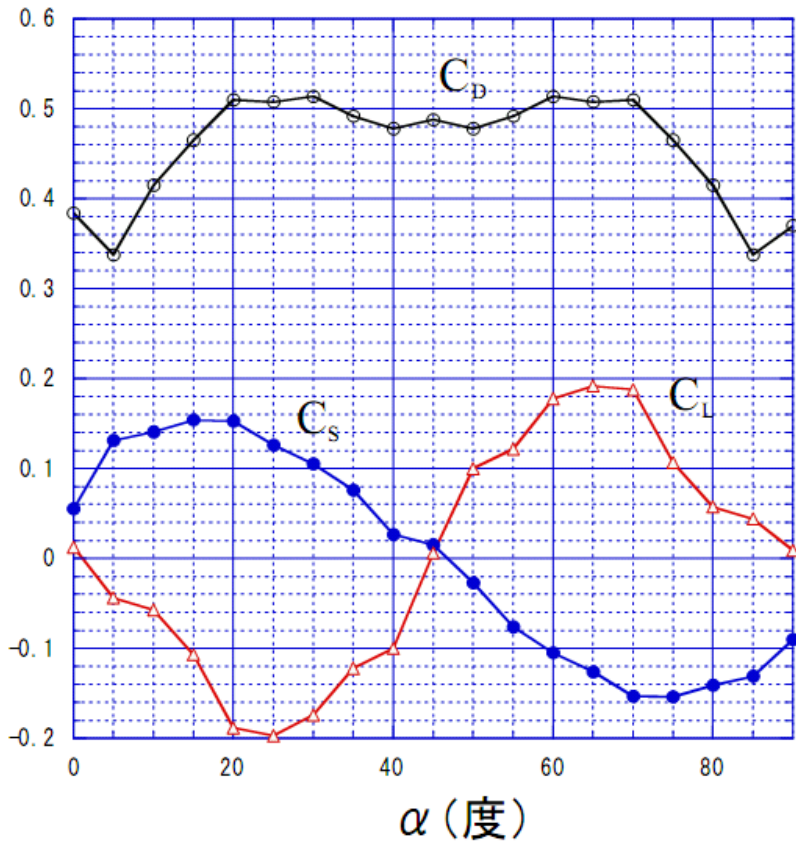
2シーム回転

(y軸からの角度を とする)

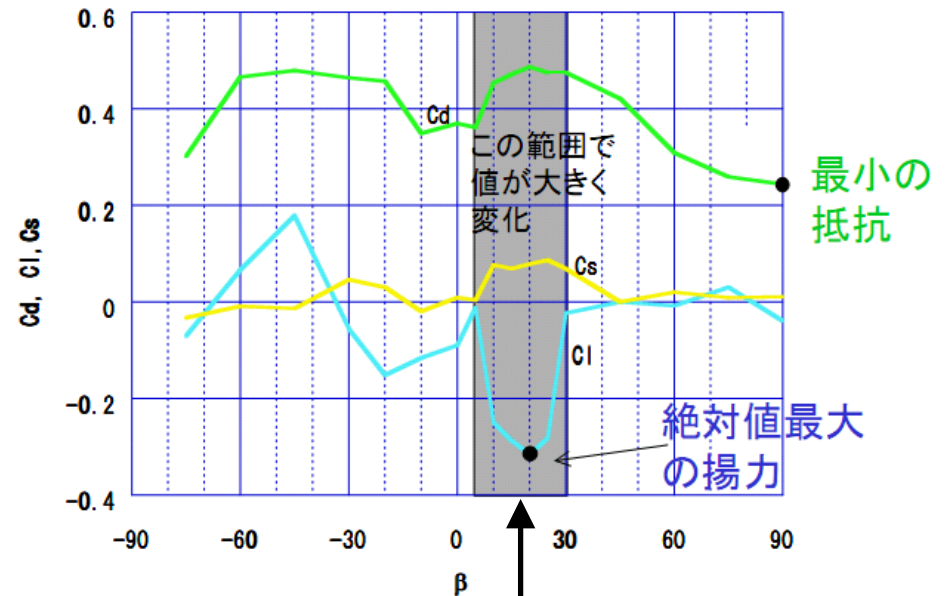
風洞実験で、各 および における
空力係数を測定

縫い目に関する空力係数

4シームの場合
(方向の回転)

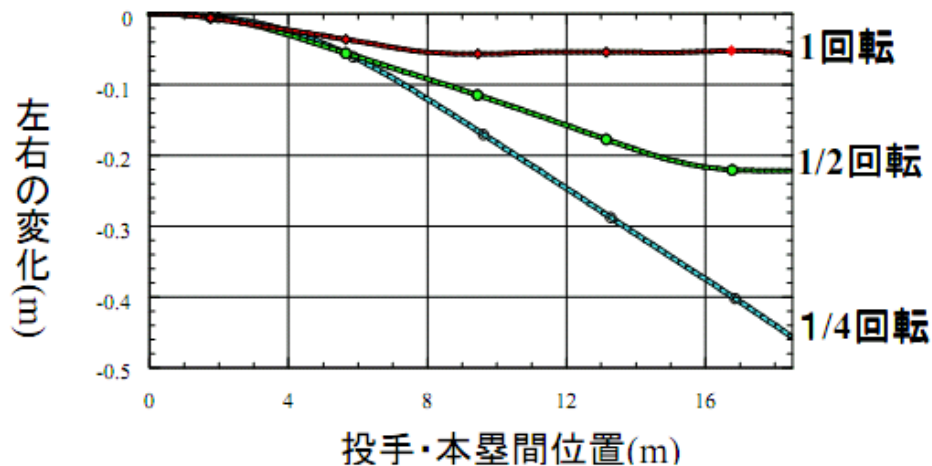


2シームの場合
(方向の回転)



この領域内で回転するように投げれば、
大きな変化を得られる

■ ナックルボール



2 シームで 1/4~1 回転したときの軌道

投手・本塁間で1/2回転する
ように投げれば、
最初シュートしていた球が
急にカーブに変化する

実際には2シームと4シームの間の回転になるので、

投げるたびランダムに変化する

投手の手を離れた球は、自動回転性を持つことが確認されている。

縫い目の影響で、風車のように回る？

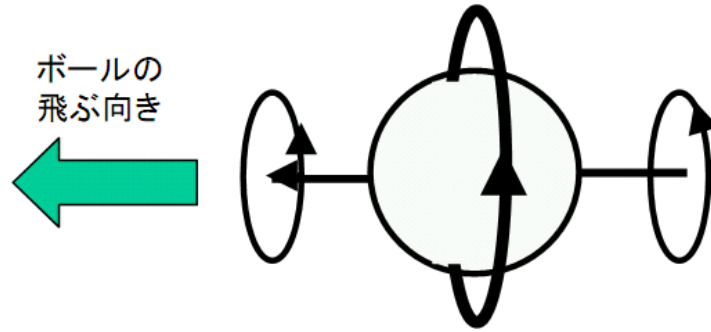
■ ナックルボールの投げ方



- 指の第1関節を曲げてボールに押し付ける
- 投げるより、弾き出すイメージ

球速:100 ~ 110 km/h

■ ジャイロボール



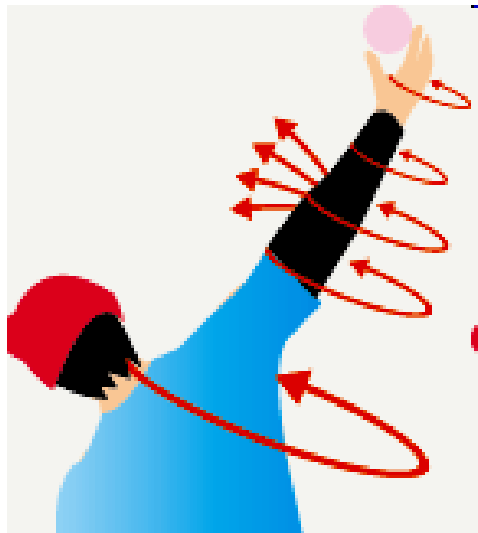
抵抗小



抵抗大

- 進行方向と回転軸が一致 マグナス効果は起きない
- 縫い目が正面に来ているかどうかで、抵抗が変わる
- フォームが一緒なのに球速が変わる、新しい変化球
- 進行方向と微妙にズレた時の効果は、まだまだ未解明

■ ジャイロボールの投げ方(フォーム改造)



1. 下半身をひねる
2. 腕をひねる
3. リリース時にジャイロ回転になるようにひねる

ひねりすぎると**肩を壊す**ので注意

■ まとめ

- 流体力学の観点から、変化球を考えた
- 従来の球種のほとんどは、**マグナス効果**で説明できる
- マグナス効果によらない変化球は、**縫い目の影響**が大きい
例：ナックルボール、ジャイロボール
- 自動回転性の機構や、ジャイロボールにおける回転の効果など、変化球にかかわる**未知の部分もまだまだ多い**

■ 参考文献

- 「野球の変化球とながれ」
姫野龍太郎(ながれ 2001)
- 「ナックルボールの不思議1,2」
溝田武人ほか(日本風工学会誌 1995)