



カメラを用いた橋梁の高精度なたわみ計測

大阪市立大学大学院工学研究科
機械物理系専攻 川合忠雄

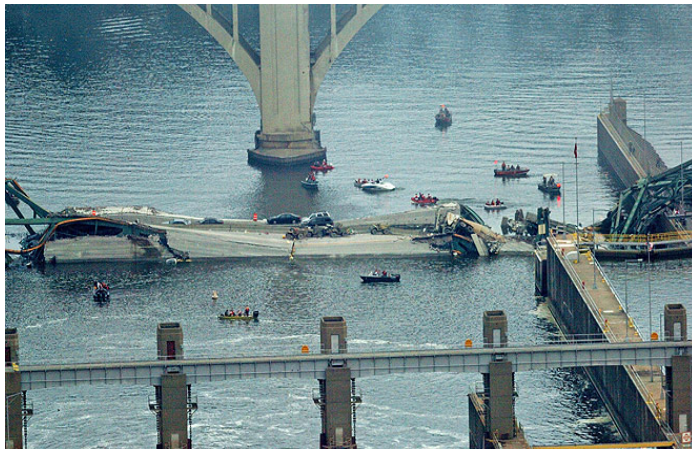
記者懇談会
2013.12.17

背景

老朽化が進んだ高速道路や高架橋において、疲労によって引き起こされる**き裂**や**損傷**が、問題となっている

明石海峡大橋などの大きな橋については、きちんと管理や点検されているが、**市町村にある数多くの橋に関しては経費や人員が不足しており、きちんと管理や点検がされていない**

ミネソタ州 ミネアポリスI-35W橋梁崩壊事故



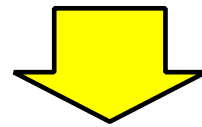
提供:MPD



提供:FHWA

目的

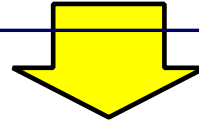
経費や人員が不足している市町村に対して、
橋を容易に診断する技術を提供



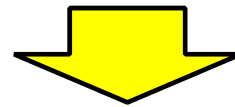
- ・簡易的診断方法
- 短時間
- 低コスト
- 診断する人の技能がなくてもできる診断

診断手法

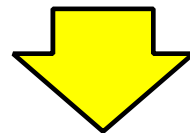
カメラで節点ごとのたわみ、たわみ角を測定



要素ごとの曲げ剛性の計算



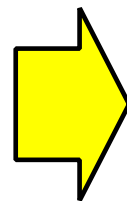
曲げ剛性が低下した部分を発見



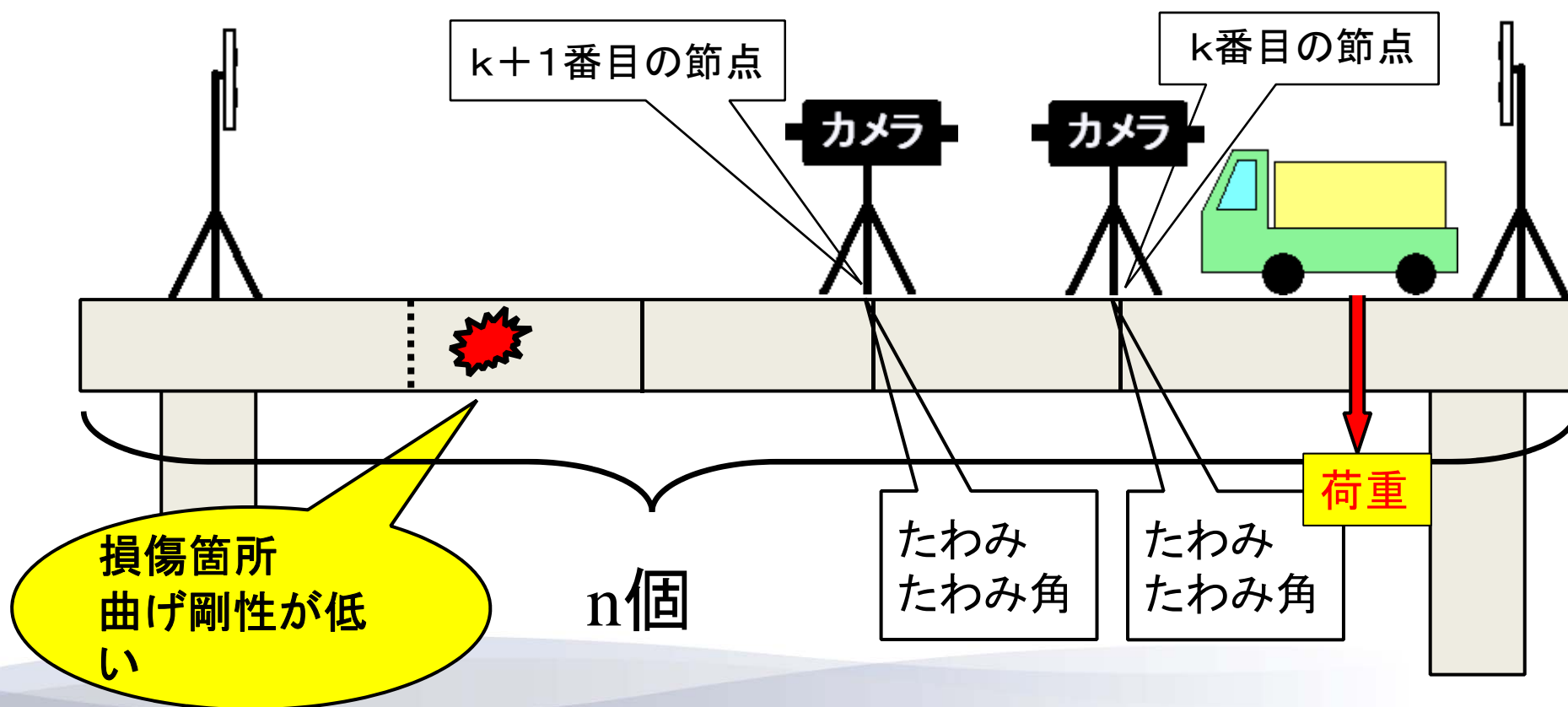
損傷箇所

たわみ・たわみ角の測定方法

測定位置＝節点固定
荷重点＝節点ごとに移動

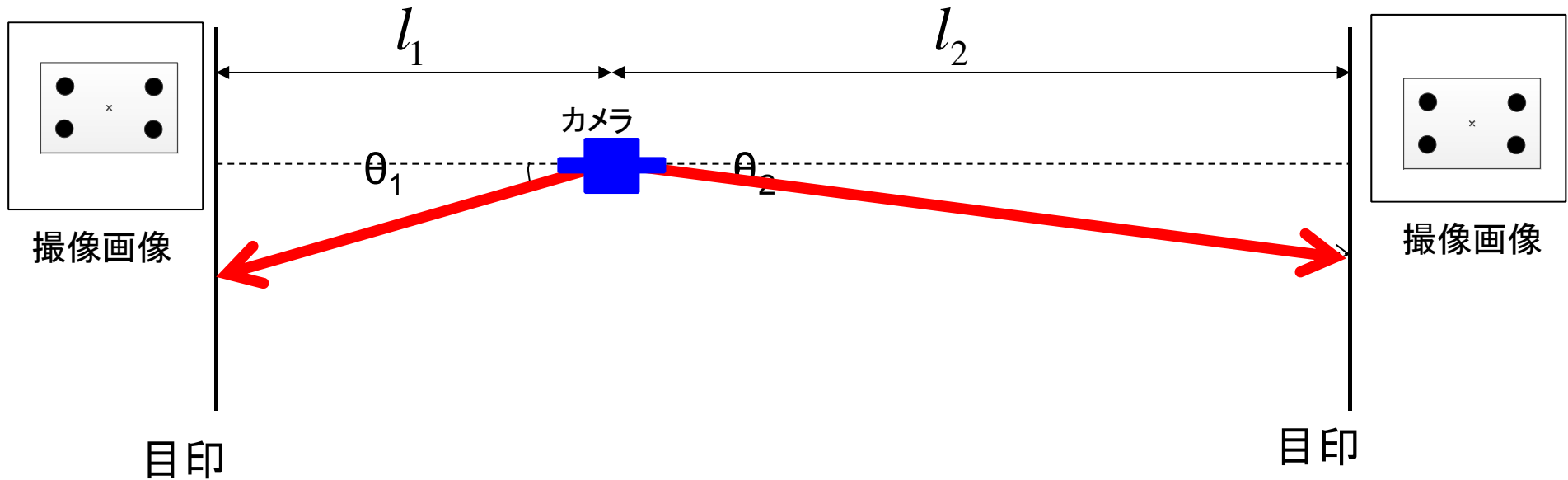


荷重点＝節点固定
梁全体のたわみ、たわみ角



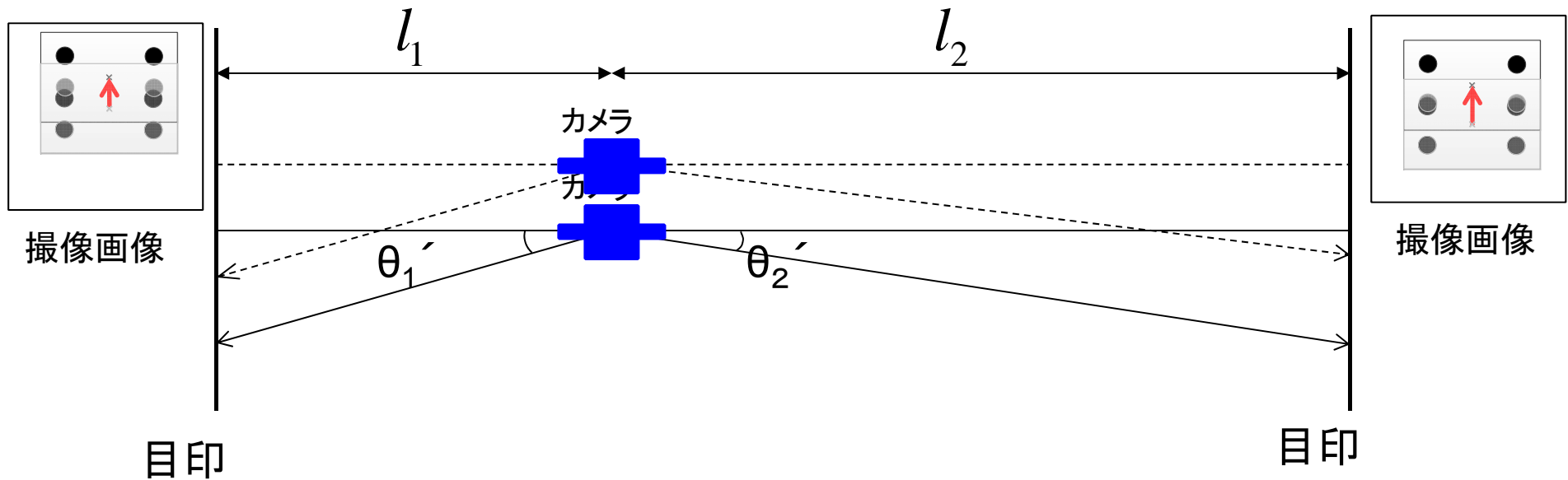
たわみ・たわみ角の測定方法

たわみ, たわみ角



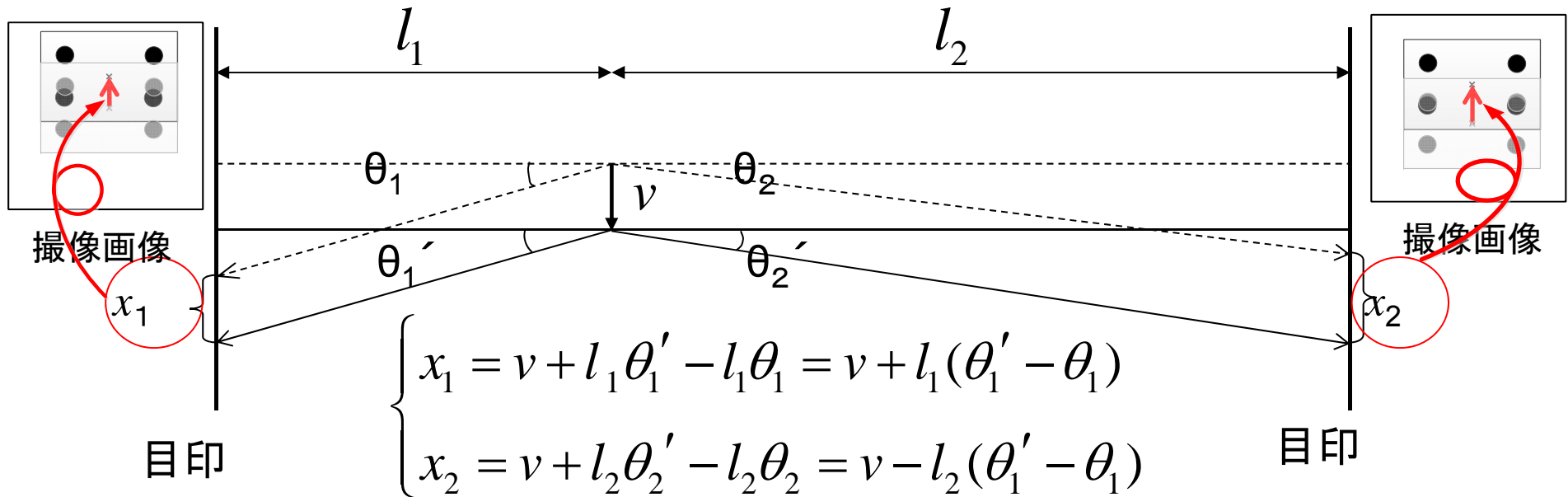
たわみ・たわみ角の測定方法

たわみ, たわみ角



たわみ・たわみ角の測定方法

たわみ, たわみ角

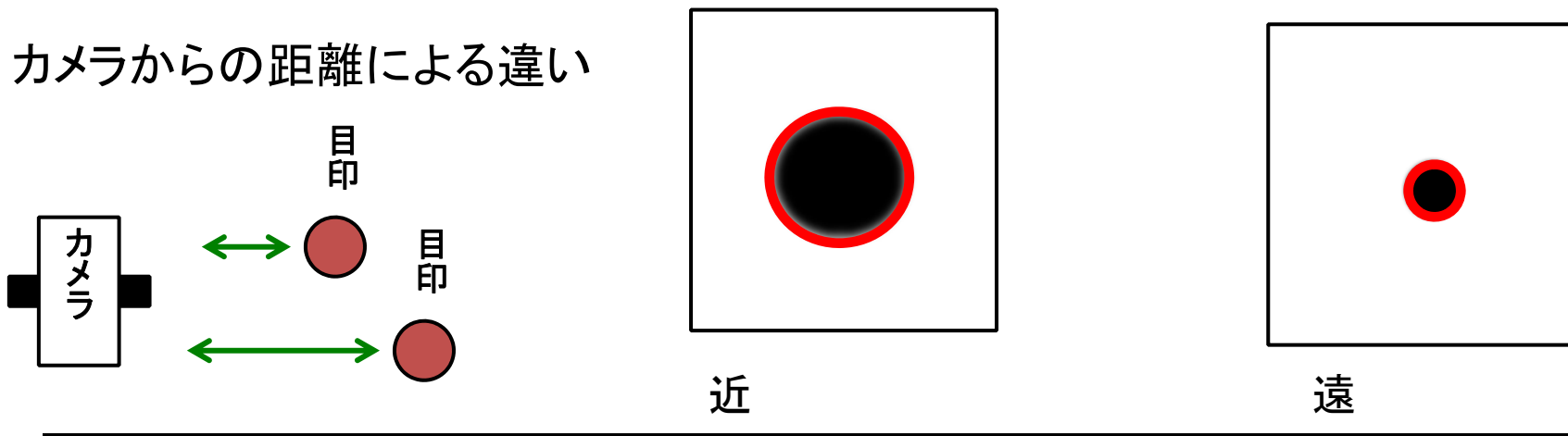


たわみ・たわみ角

$$\begin{Bmatrix} v \\ \theta_1' - \theta_1 \end{Bmatrix} = \frac{1}{l_1 + l_2} \begin{bmatrix} l_2 & l_1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix}$$

変位量の換算

ズーム率や距離による1ピクセルに相当する大きさの変化

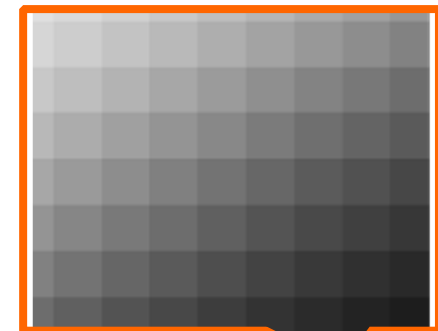


~~円の直径 ($\Phi 50\text{mm}$) $\Delta\phi$ (pixel)~~

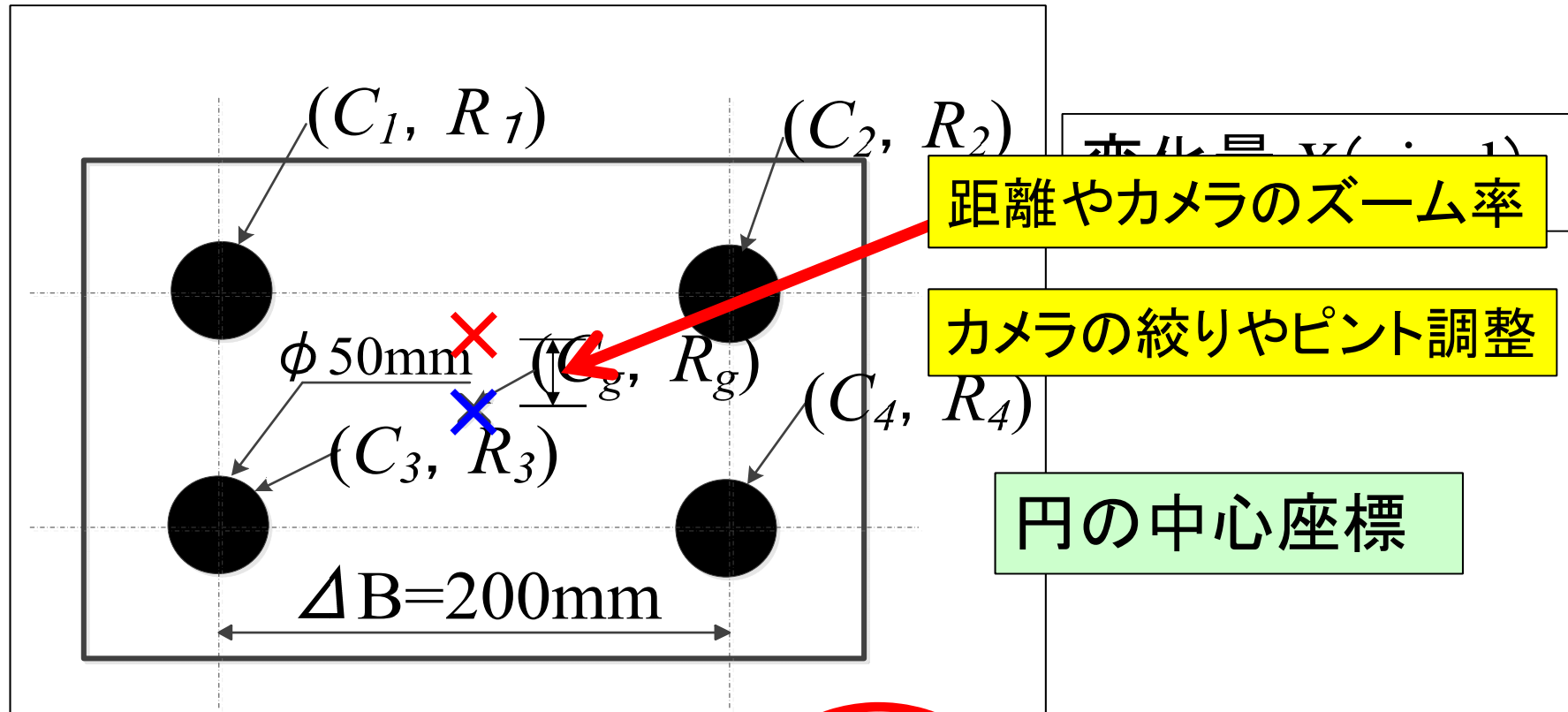
換算係数

中心間距離 ($\Delta B 200\text{mm}$) Δb (pixel)

換算係数



pixel単位からmm単位に換算



$$\text{実際の変化量 } x(\text{mm}) = \frac{\Delta B}{(C_4 - C_3)} \times X$$

換算係数

カメラによるたわみ計測の精度検証

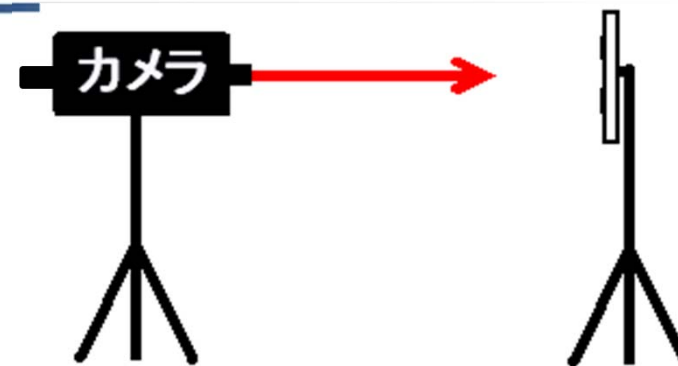
- 電動ズームレンズ1個
- カメラ1台
- ターゲット
- アルミ板
- 三脚

・電動ズームレンズの性能

焦点距離:	10~250mm
ズーム比:	25倍

・カメラの性能

商品コード	ボードモデル Lw570C(カラー)
解像度	2592 x 1944 @6.9fps 500万画素
ピクセルサイズ	2.2 μm x 2.2 μm



実験図



カメラ



ターゲット

カメラの計測精度の検証

- 計測データのばらつき

距離30mのとき 最大誤差0.21mm

距離60mのとき 最大誤差0.50mm

1画素あたりの大きさ

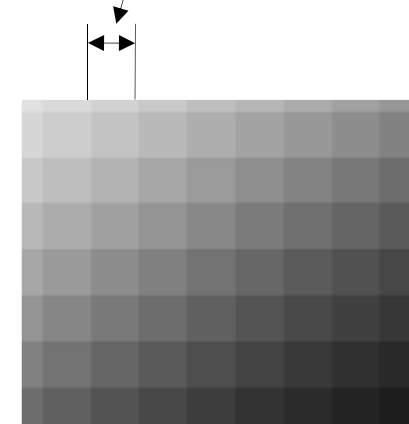
30mのとき0.36mm

60mのとき0.54mm

- 時間経過による画像上における目印の移動量

距離30mのとき 2時間後の移動量0.3mm

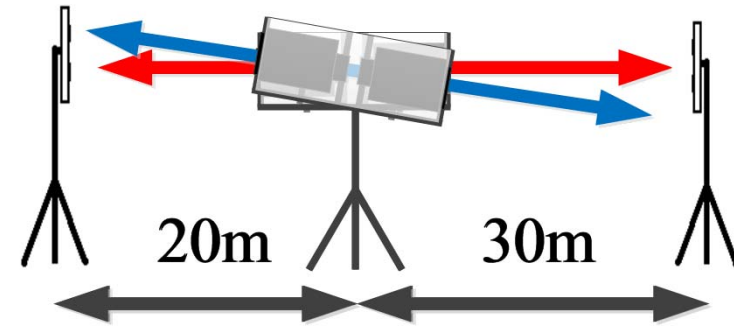
距離60mのとき 2時間後の移動量0.5mm



カメラによるたわみ計測の精度検証

計測誤差の要因

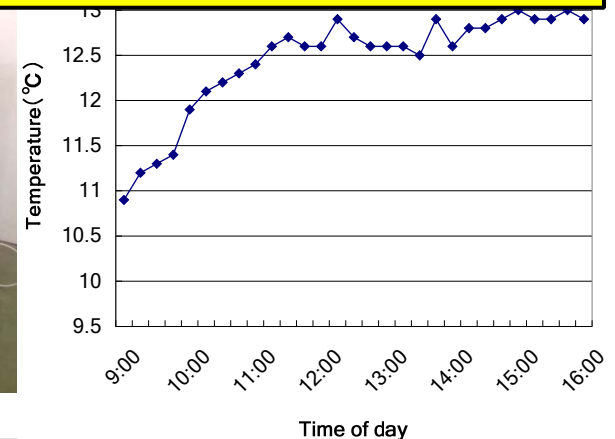
- 日光による影響
- 気温の変化による影響
- 振動による影響



0.01度で、30m先のマークが約2.6mm

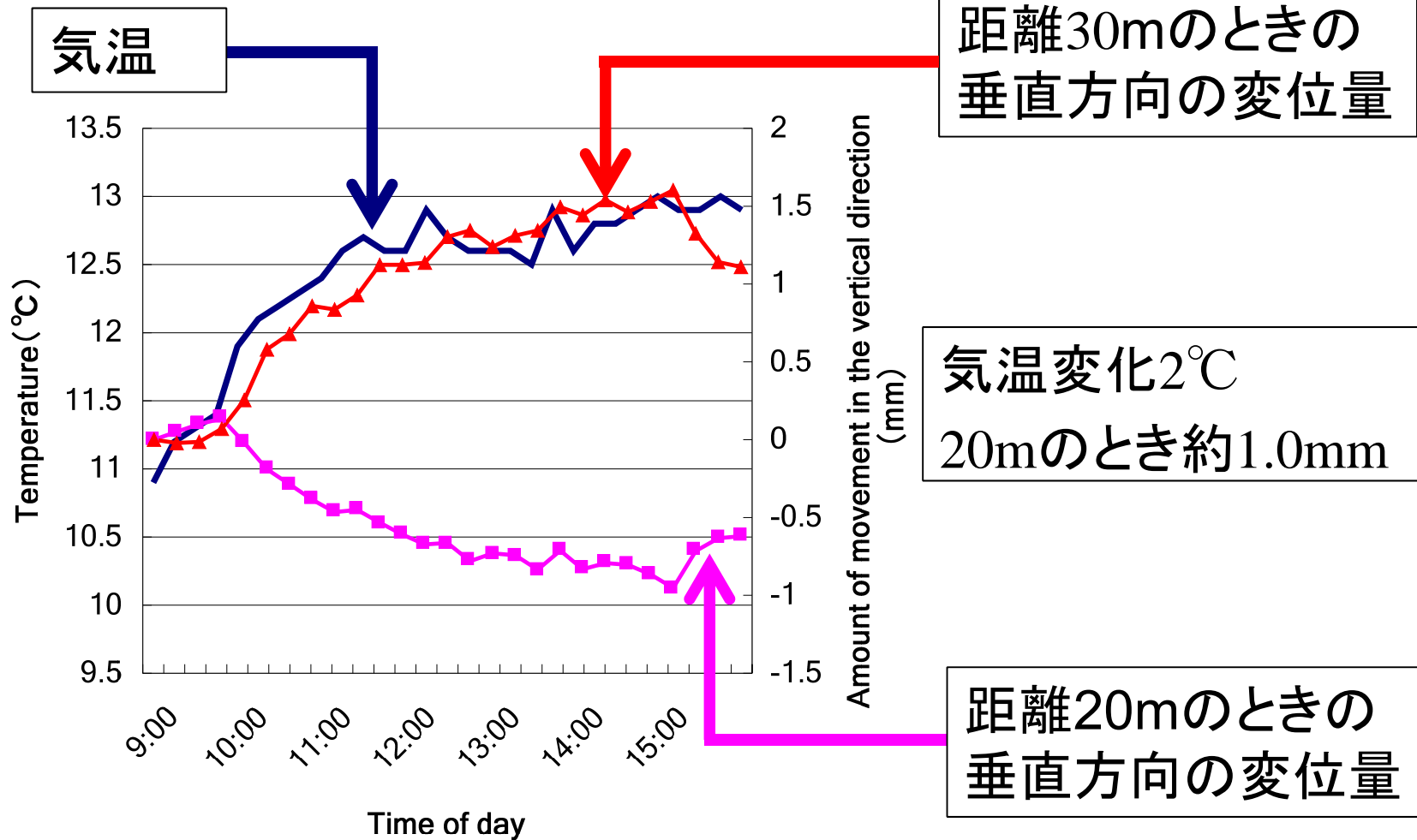


カメラ



実験日の気温変化

カメラによるたわみ計測の精度検証

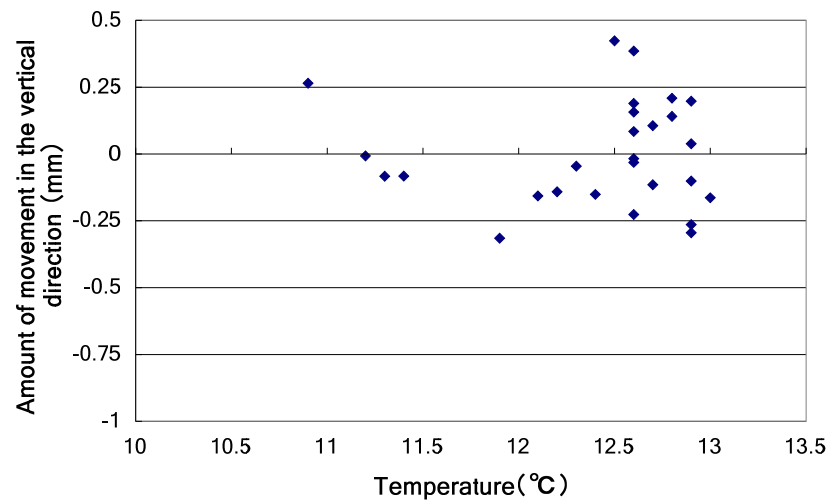


カメラによるたわみ計測の精度検証

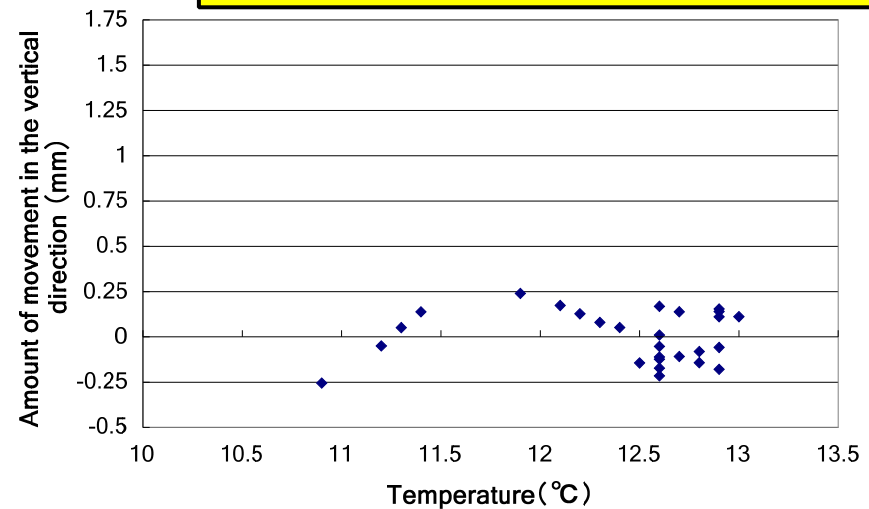
1画素あたりの大きさ

20mのとき0.26mm

30mのとき0.26mm



気温と垂直方向の変位量との関係
(20m)



気温と垂直方向の変位量との関係
(30m)

カメラによるたわみ計測の精度検証

⑩画像処理の手法や装置の構造を工夫することによって、数十m離れたマークを、たわみ量を1画素(20mで0.26mm)の精度で計測する手法を提案した。

⑩さらに気温変化による影響を補正することで、計測精度の誤差を1画素程度に抑えることができた。



ご清聴ありがとうございました。