

測定精度 (大学入試センター試験 2009)

年次 組 番・氏名

第1問 問1 製品のキズの形状・大きさを測定する際にデジタルカメラを利用することがある。この方法で、キズの長さを測定する場合の精度について考えてみよう。

図1に示すように、製品のキズは、レンズを通して何倍かに拡大され、カメラの撮像体上に投影されて、キズの映像となる。撮像体は一辺の長さが1.0cmの正方形であり、この正方形の中に光センサが縦横に2000個ずつ隙間なく並べられているものとする。すなわち、一つの光センサは一辺の長さが 5.0×10^{-4} mの正方形となる。また、映像が一つの光センサの全面を覆う場合に限り、この光センサはキズとして認識される映像信号(キズの映像信号)を出力する。すなわち、映像が覆っていない部分が一部でもある光センサは、キズの映像信号を出力しない。

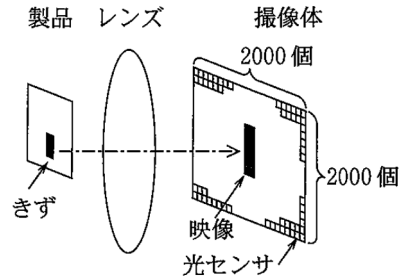


図1

製品上の縦 $4.2 \mu\text{m}$ のキズが、撮像体上に縦 $42 \mu\text{m}$ のキズの映像として10倍に投影されたとする。ただし、キズの横幅は、光センサがキズの映像信号を出力する十分な大きさとする。このキズの映像は、縦に 個、あるいは投影位置によっては $(\text{イ} + 1)$ 個並んだ光センサに届く。この場合、キズの映像信号を出力する光センサは最小で縦に 個であり、最大で $(\text{ウ} + 1)$ 個となる。すなわち、この場合には光センサ1個分の不確かさがあり、製品のキズの長さの測定値としては . μm の不確かさを生じる。一方、同じキズが撮像体上に50倍で投影されるときは、キズの長さの不確かさは . μm となる。このように、投影倍率を大きくすることで、デジタル化による不確かさを小さくできる。

解説

求める長さの単位はmである。撮像体の1辺は1cmであるからmに換算すると $1\text{cm}=0.01\text{m}$ となる。 0.01m 四方の正方形の1辺には2000個の光センサがあるので1個あたりの大きさは 0.01m を2000で割ると求められる。

$$\frac{0.01}{2000} = \frac{1 \times 10^{-2}}{2 \times 10^3} = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 0.5 \times 10^{-5} = 5.0 \times 10^{-6} \quad \boxed{\text{ア} \quad 6}$$

キズが $4.2 \mu\text{m}=4.2 \times 10^{-6}\text{m}$ 、撮像体には10倍で映るので、 $42 \mu\text{m}=42 \times 10^{-6}\text{m}$ 。光センサは1辺が $5.0 \times 10^{-6}\text{m}$ の正方形だから、 $(42 \times 10^{-6}) \div (5.0 \times 10^{-6})=8.4$ 個分に映る。8.4個分は、次のように光センサに映る可能性がある。問題より、1の光センサだけが信号を出力する。

9個の光センサに届く	10個の光センサに届く	9個の光センサに届く																																	
<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0.4</td><td></td> </tr> </table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.4		<table border="1"> <tr> <td>0.2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0.2</td> </tr> </table>	0.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2	<table border="1"> <tr> <td>0.7</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0.7</td><td></td> </tr> </table>	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.4																										
0.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2																									
0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7																										
信号出力は8個	信号出力は8個	信号出力は7個																																	

図のように、映像は9個または10個の光センサに投影される。 イ 9

また、傷の信号が出力されるのは7個または8個である。 ウ 7

撮像体にキズが投影される位置によって、1個分($5.0 \times 10^{-6}\text{m}$)の不確かさがある。光センサには10倍の大きさで映るので、実際の製品上にあるキズは $1/10$ の大きさとなる。

$$5.0 \mu\text{m} \div 10 = 0.5 \mu\text{m}。 \quad \boxed{\text{エオ} \quad 05}$$

光センサに50倍で映るとき、実際の製品上にあるキズは $1/50$ の大きさとなる。

$$5.0 \mu\text{m} \div 50 = 0.1 \mu\text{m}。 \quad \boxed{\text{カキ} \quad 01}$$