

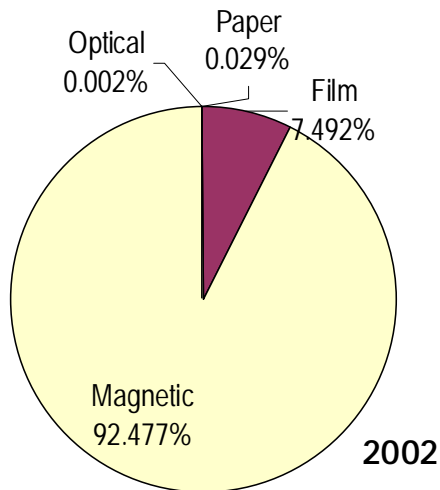
CoPtCr-SiO₂垂直磁気記録媒体高記録密度化のための 放射光X線およびTEMによるナノ構造解析

久保木孔之、久保登士和、斉藤明、田沼良平、及川忠昭
上住洋之*、島津武仁**

富士電機アドバンステクノロジー(株)

*富士電機デバイステクノロジー(株)

**東北大学電気通信研究所



3.4 ~ 5.6 エクサバイト/年
(世界の人口 63億人)
エクサバイト: 10^{18}

800 メガバイト/人/年

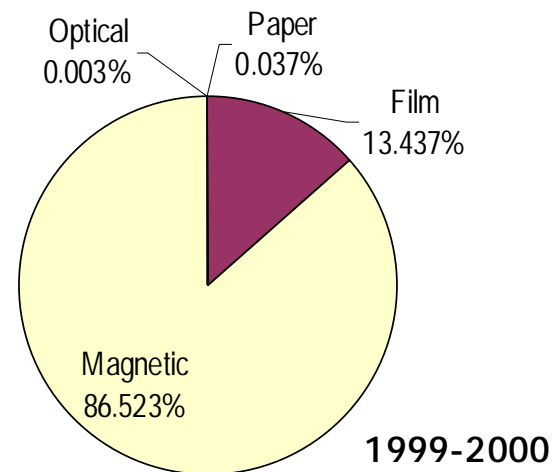


Table 1.2: Worldwide production of original information, if stored digitally, in terabytes circa 2002. Upper estimates assume information is digitally scanned, lower estimates assume digital content has been compressed.

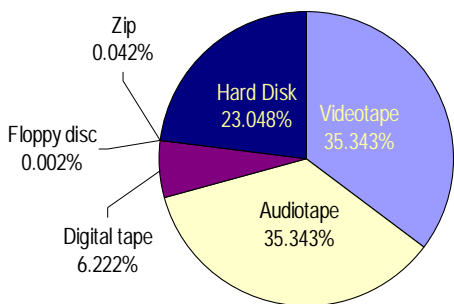
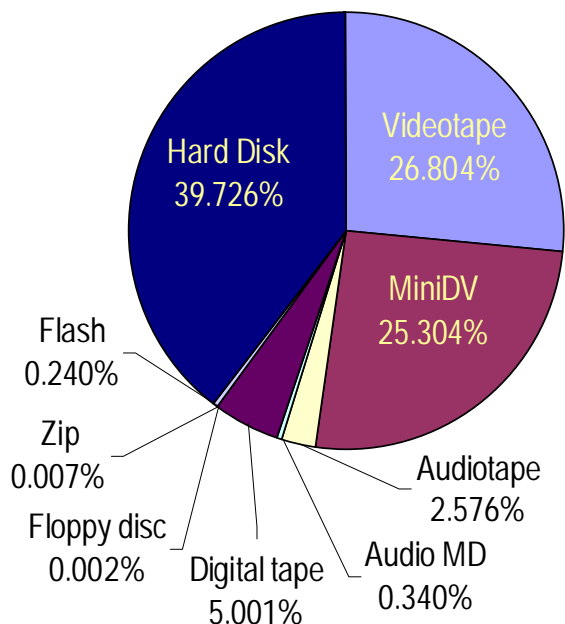
Storage Medium	2002 Terabytes Upper Estimate	2002 Terabytes Lower Estimate	1999-2000 Upper Estimate	1999-2000 Lower Estimate	% Change Upper Estimates
Paper	1,634	327	1,200	240	36%
Film	420,254	76,69	431,690	58,209	-3%
Magnetic	5187130	3,416,230	2,779,760	2,073,760	87%
Optical	103	51	81	29	28%
TOTAL:	5,609,121	3,416,281	3,212,731	2,132,238	74.5%

(<http://www.sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info/>)

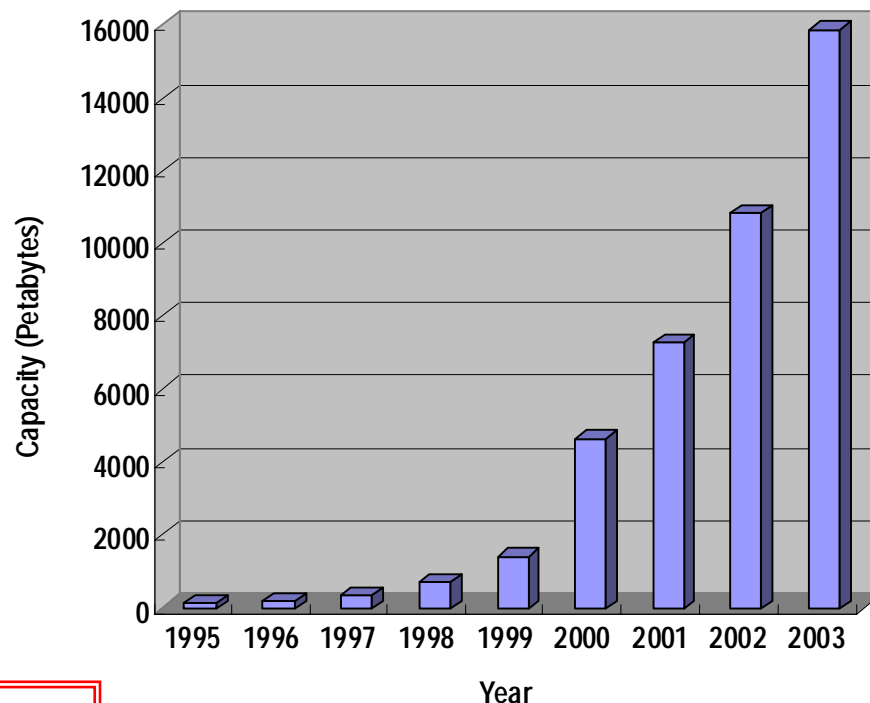
2002

3.4 ~ 5.0 エクサバイト/年

HDDの記録容量



**HDDへの記録量は
3年間で4倍以上**



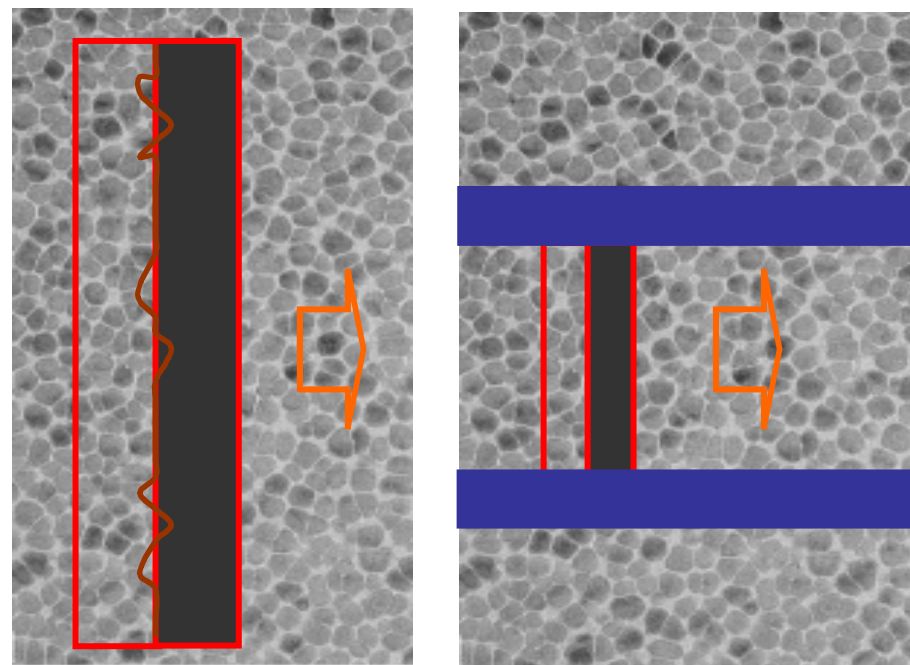
合計 : 41,402.73 (41 エクサバイト)

1999

2 ~ 2.8 × 10 エクサバイト/年 (<http://www.sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info/>)

80ギガビット/平方インチ
(現状製品レベル)

0.27 μm
0.029 μm



高密度化には低ノイズ化
(粒径の低下)が必須

熱安定性の維持
(K_u の増加)



十分な飽和記録特性
(H_k K_u の上限)

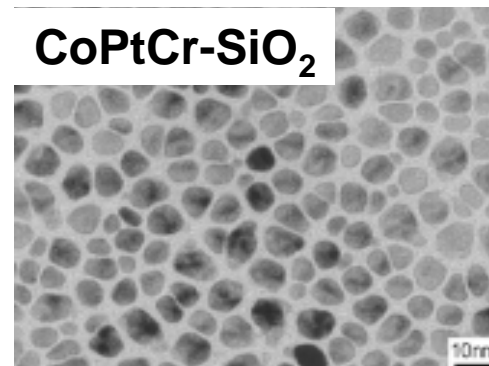


ヘッド出力の上限
(2.4T 1.5T前後)

高磁気異方性だけでは媒体設計が限界

CoPtCr-SiO₂垂直磁気記録媒体

高い K_u ，分離性良好な粒構造^{1,2)}



高い熱安定性と低ノイズ化の両立が可能



高記録密度の垂直磁気記録媒体として有望！

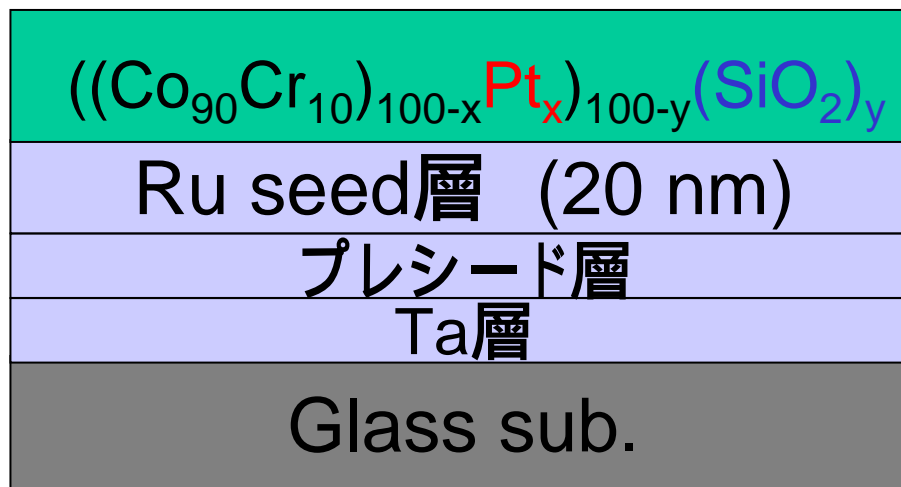
本研究では、 K_u の変化に影響を与えると考えられるPt量に着目し、CoPtCr-SiO₂磁性層のPt組成増加に伴う結晶構造の変化と K_u 等の磁気特性の関係を議論する。

1) T.Oikawa, et al, IEEE Trans. Magn., 38, 1976 (2002), H. Uwazumi, et al, IEEE Trans. Magn., 39, 1914 (2003)

2) T. Shimatsu, et al, IEEE Trans. Magn., 40, 2483 (2004)

評価試料

- ・Pt量 x 0, 10, 20, 30 at%
- ・SiO₂量 y 0, 11 at%

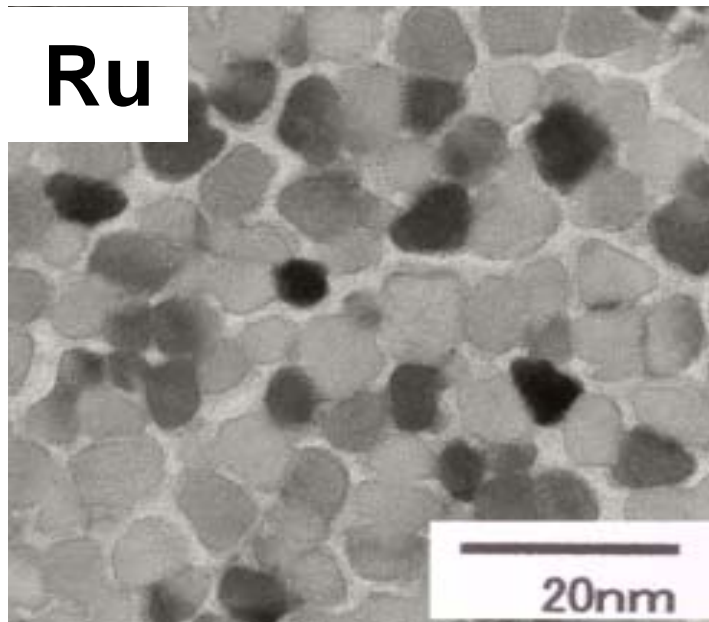


(厚さ 20 nm)

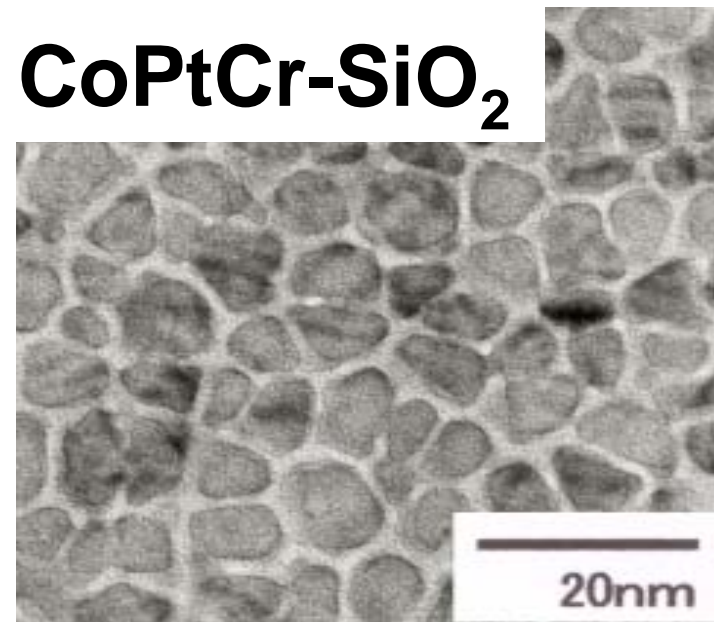
T. Shimatsu, et al, IEEE Trans. Magn., 40, 2483 (2004)

評価方法

- ・磁気特性 (K_u): トルク磁力計(反磁界エネルギー $2 M_s^2$ 補正あり)
- ・結晶構造 : 微小角入射X線回折法(GIXD)
(SPring-8の産業用ビームラインBL16XUの4軸X線回折計)
- : 電界放出型透過電子顕微鏡(FE-TEM)

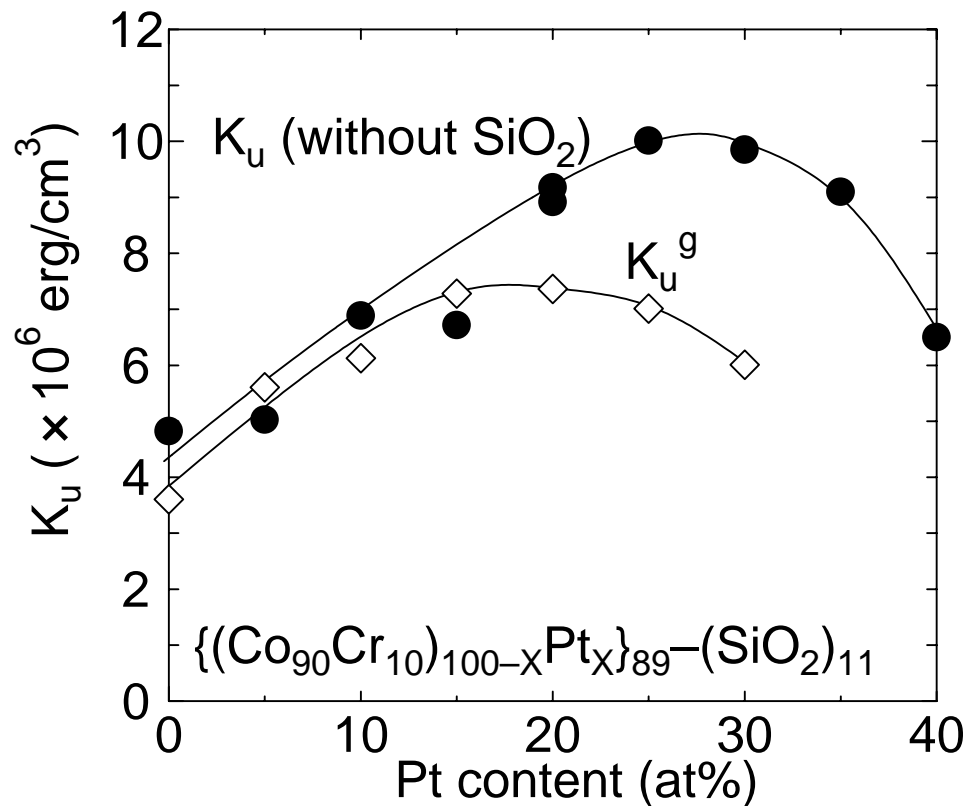


D_{grain} ~ 8 nm



D_{grain} ~ 8 nm

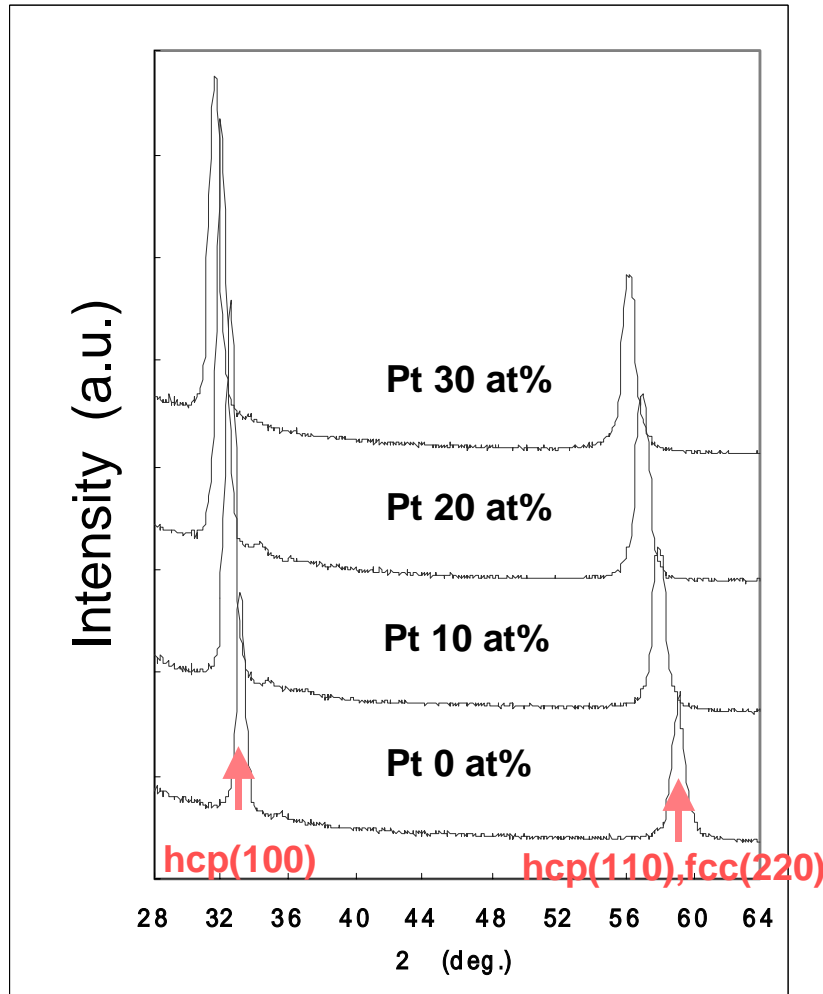
D_{grain} (粒界幅も含めた粒径)



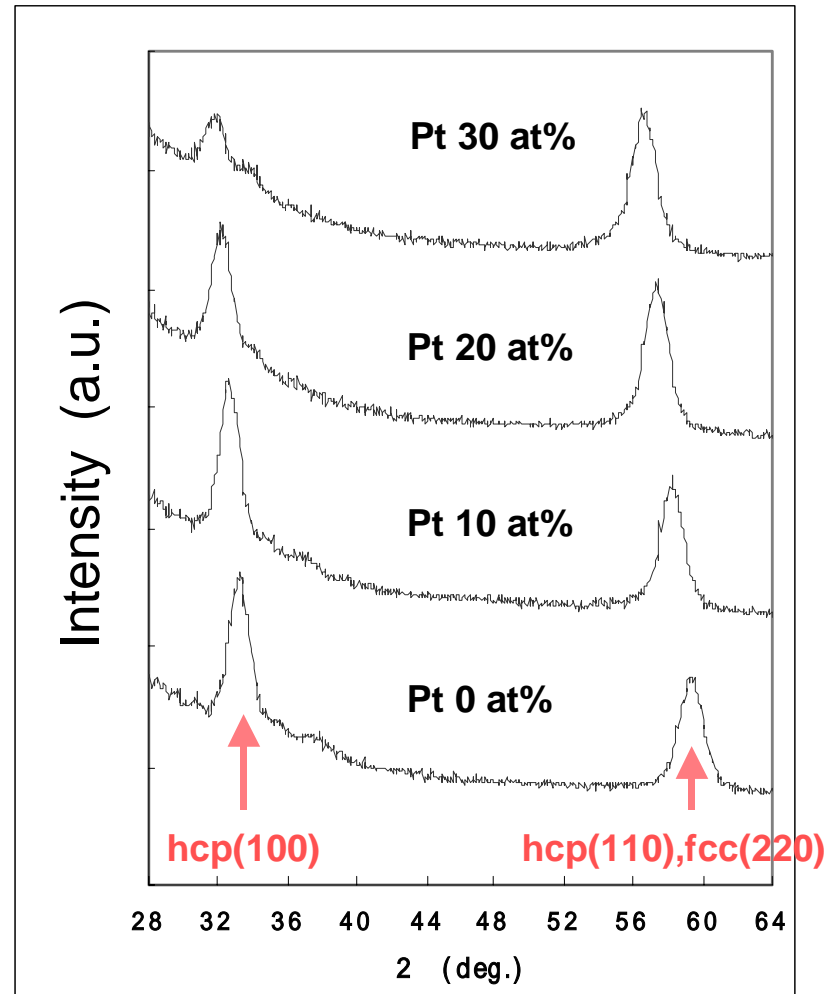
K_u^g CoPtCr粒子の体積充填率を考慮して補正した粒子の磁気異方性

・ Pt ~ 15 at% $K_u^g \approx K_u$ (without SiO_2)

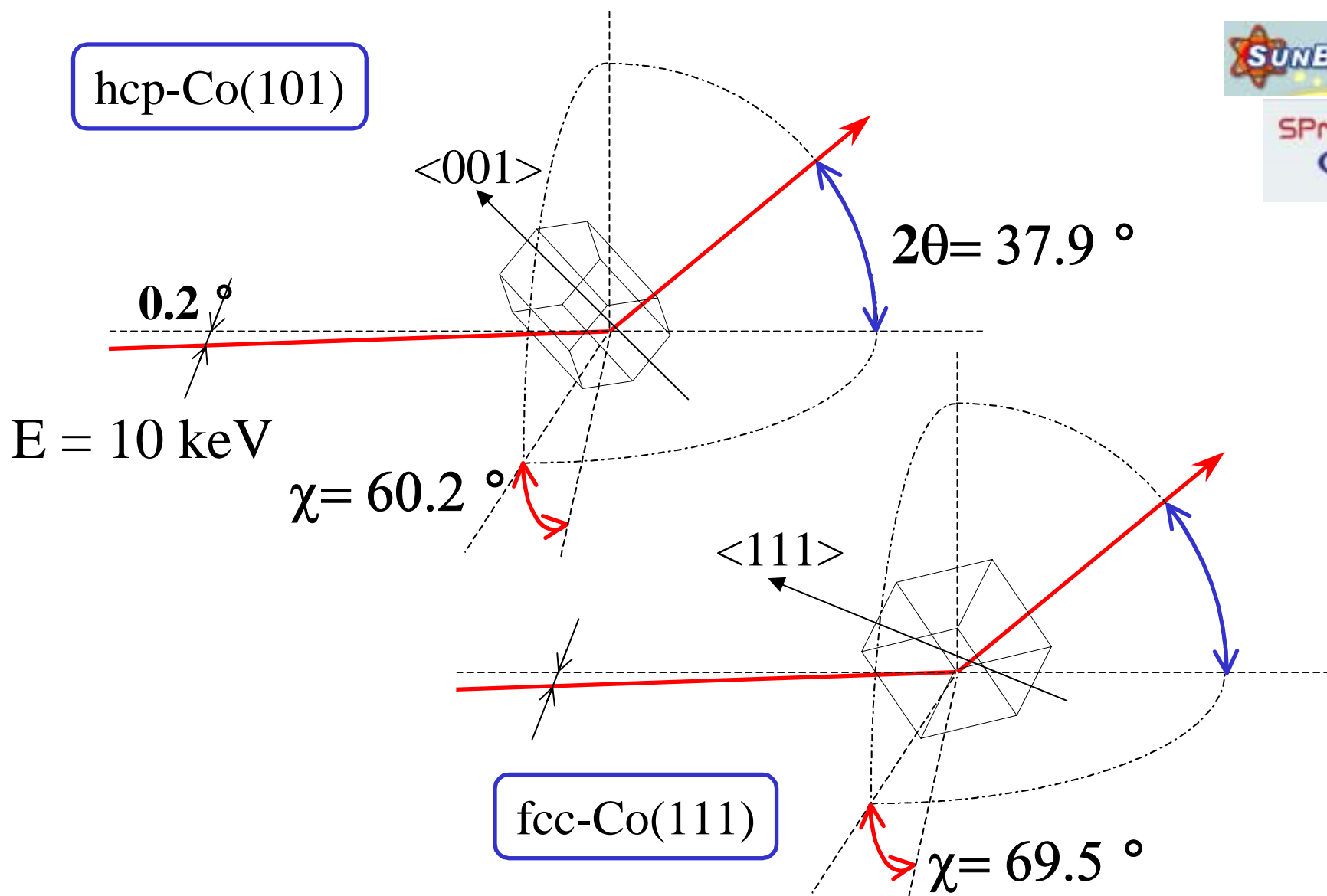
・ Pt 15at% ~ $K_u^g < K_u$ (without SiO_2) **なぜ?**



SiO₂ 0 at%

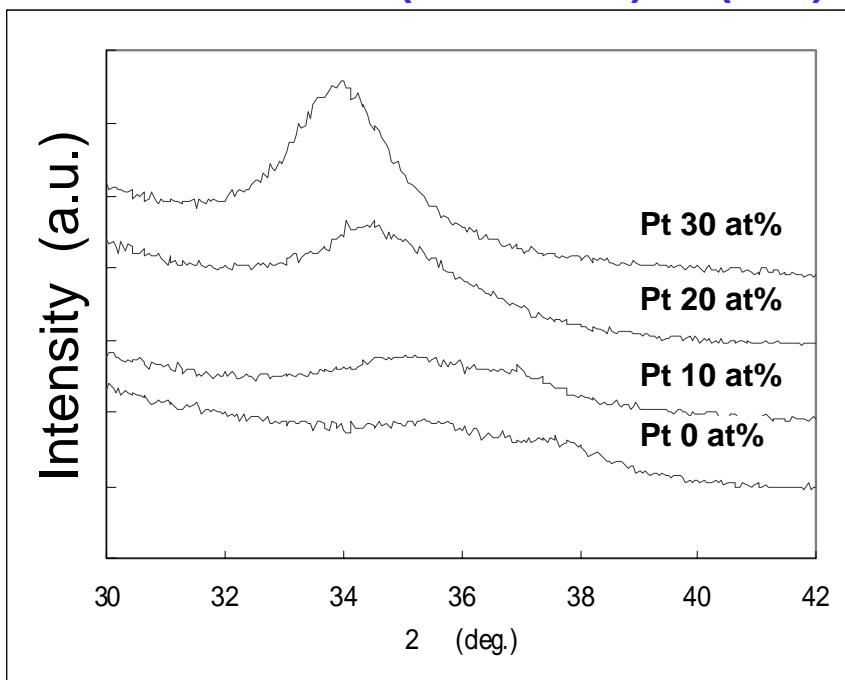


SiO₂ 11 at%

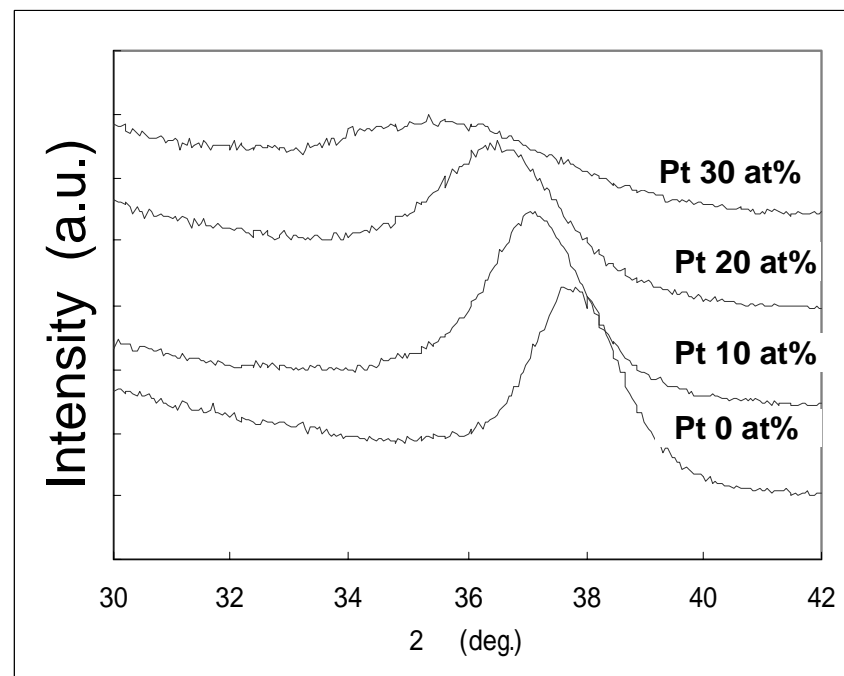


軸を傾斜させることで試料表面から傾いた結晶面を検出できる！

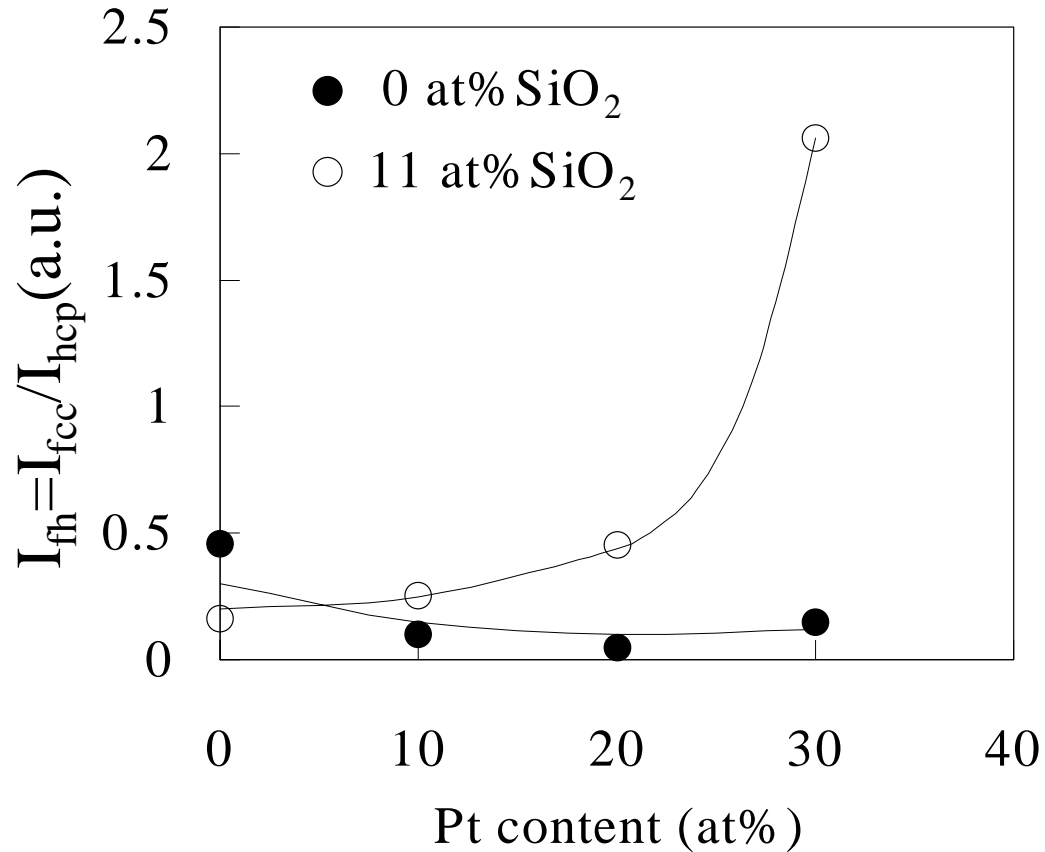
=69.5 ° (=70.5 °)fcc(111)



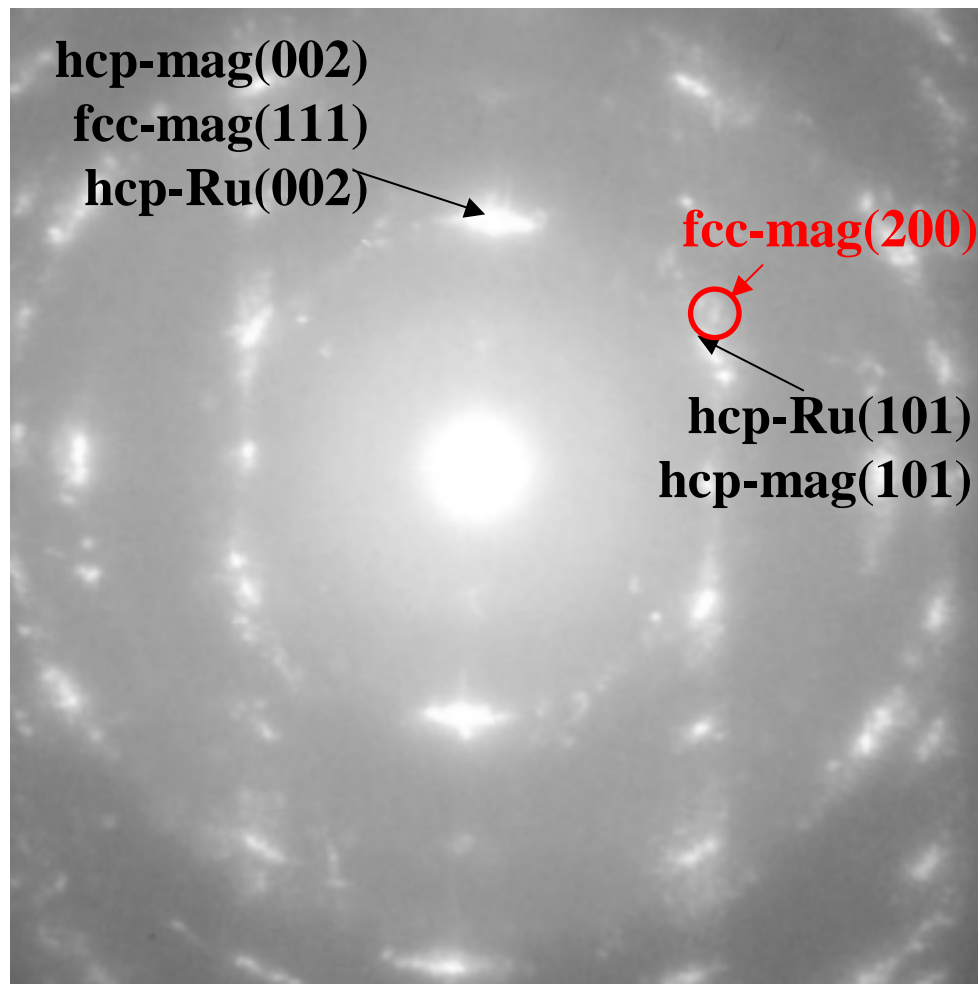
=60.2 ° (=61.9 °)hcp(101)



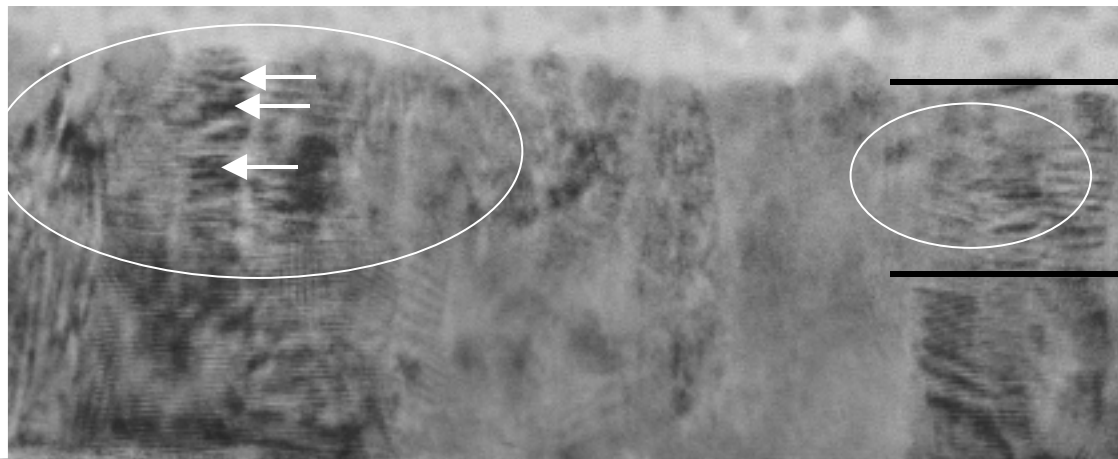
SiO₂ 11%



Pt濃度30 at%近傍でfcc(111)/hcp(101)回折強度比が増加



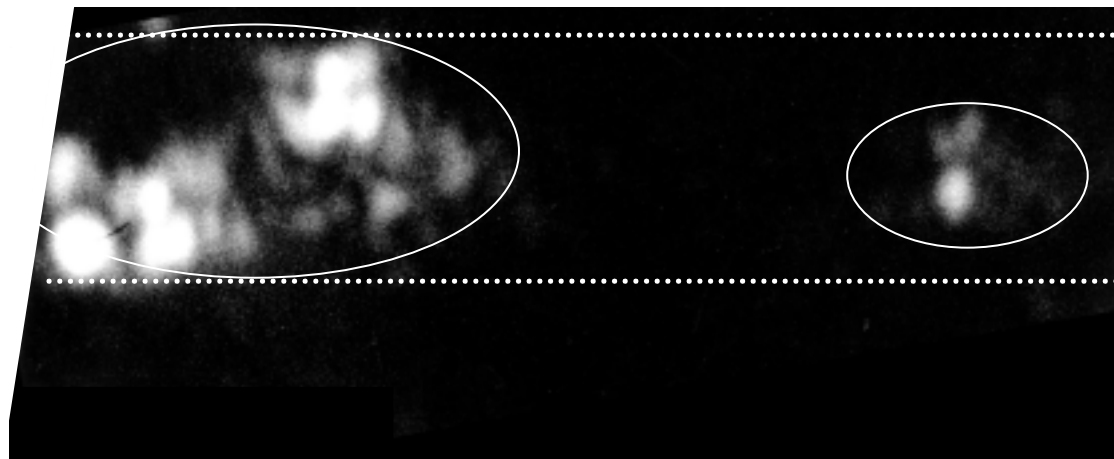
CoPtCr-SiO₂ Pt 30 at%



CoPtCr-SiO₂

Ru

格子像



CoPtCr-SiO₂

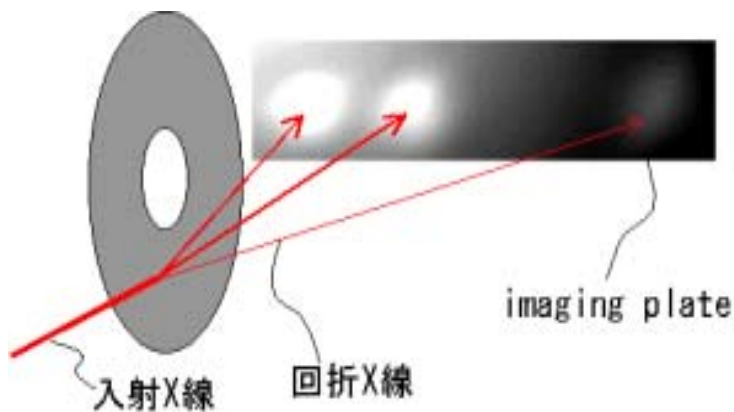
Ru

暗視野像

10 nm

CoPtCr-SiO₂ Pt 30 at%

Grazing incidence x-ray diffraction with Imaging plate



- 微小角入射法
 - ◇nm磁性膜のみを評価
- イメージングプレート
 - ◇全ての回折X線を捕捉
 - ◇数え落とすことなく、定量化

	格子	結晶面	GIIP法	標準値 (粉末X線)
Ru	hcp	101	100	100
		102	36	33
		103	46	42
Pt	fcc	111	100	100
		200	62	61

GIIP法によれば, nm薄膜であっても粉末X線回折(バルク)に匹敵する精度で結晶構造の定量化が可能

1. 放射光X線による微小角入射X線回折法により、20 nm以下の薄膜に対してhcp相とfcc相を分離して測定する技術を確立した。
2. 放射光X線回折による結晶構造解析により、CoPtCr-SiO₂膜のPt濃度30 at%近傍におけるK_uの減少はfcc相の形成が影響をおよぼしていることが示唆された。
3. 透過電子顕微鏡による断面暗視野像観察によりPt濃度30 at%のCoPtCr-SiO₂磁性層中のfcc相は、Ru/磁性層界面や表面などに局在していないことが明らかになった。
4. 放射光X線を用いたGIIP法によれば、nm薄膜であっても粉末X線回折(バルク)に匹敵する精度で結晶構造の定量化が可能と考えられる。