

# GRB・重力波天体 即時可視面分光観測装置

太田耕司 (京都大学・宇宙物理)

松林和也 (京都大学・宇宙物理)

2013年3月12日

3.8mサイエンス・装置WS@三鷹

# 目標

- 突発天体の位置が10-20秒角程度に確定したところで、可及的速やかに可視面分光観測を行い、そのスペクトルの特徴や天体の距離を調べる。
- 主な対象
  - 重力波天体 (shortGRBが有力候補だが超新星も?)
  - GRB (long でも shortでも)
  - 他色々 銀河の面分光も可能
- 新学術 重力波天体 A02光赤外班
  - 2015-2017頃から稼働のKAGRA(aka LCGT)
  - LIGO, VIRGOとの共同

# 重力波天体候補？

KAGRA等で検出されるであろう重力波天体の有力候補は？

中性子星(NS)－中性子星(NS)の連星合体

理論的予想では1年に何回か重力波が検出されるだろうとのこと  
20Mpcの距離で合体すると

可視で14－19等程度（GRB研究会：柴田・井岡講演）

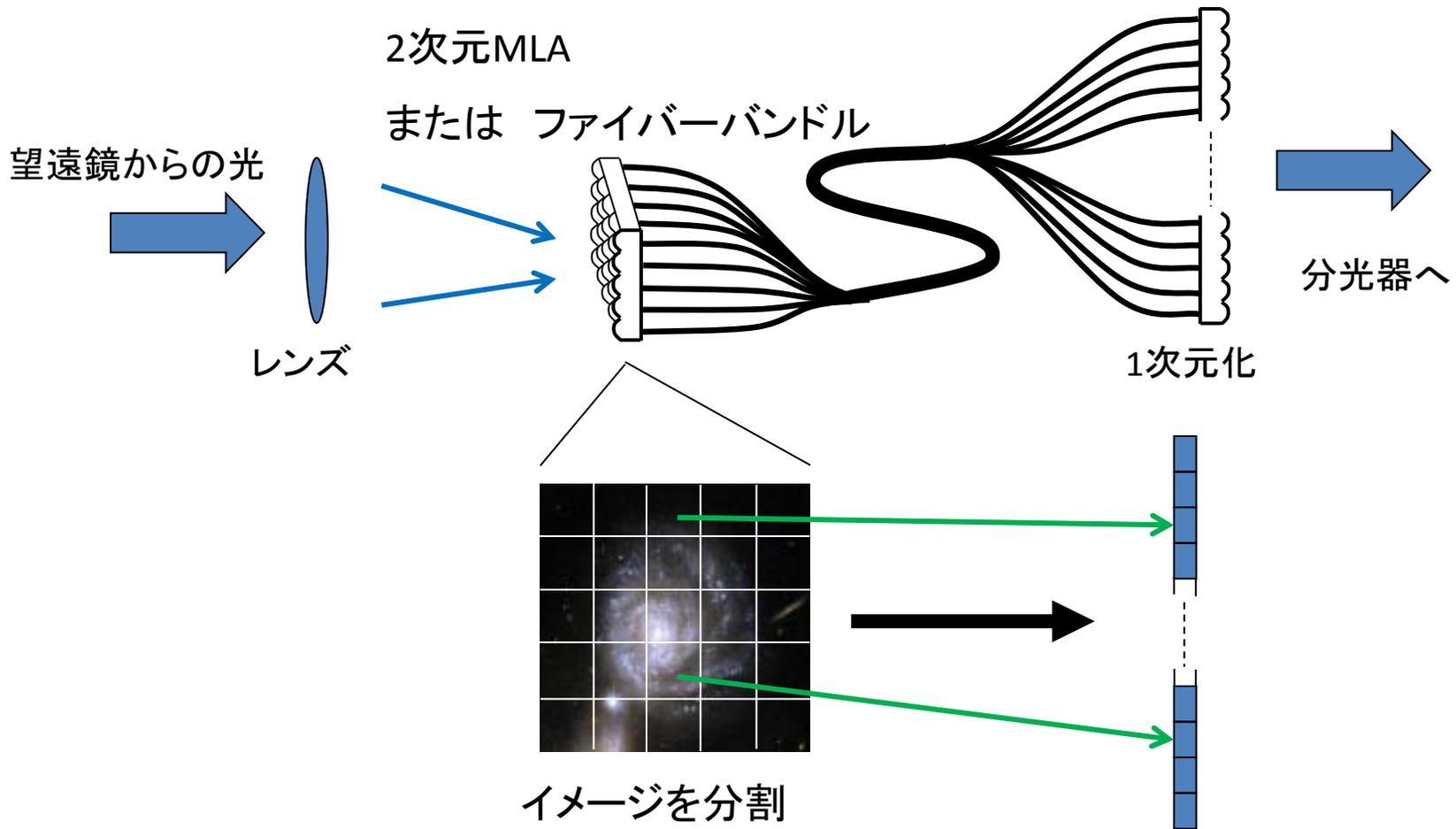
その予想スペクトルはまだはっきりしないが、  
Ia型超新星のような感じか？

Long GRBやSNも候補かもしれない

2014年か2015年には、岡山188cmで実施可能なようにしたい  
(ToOの扱いは要議論かも)

# 面分光とは？

## 光ファイバーを用いた例



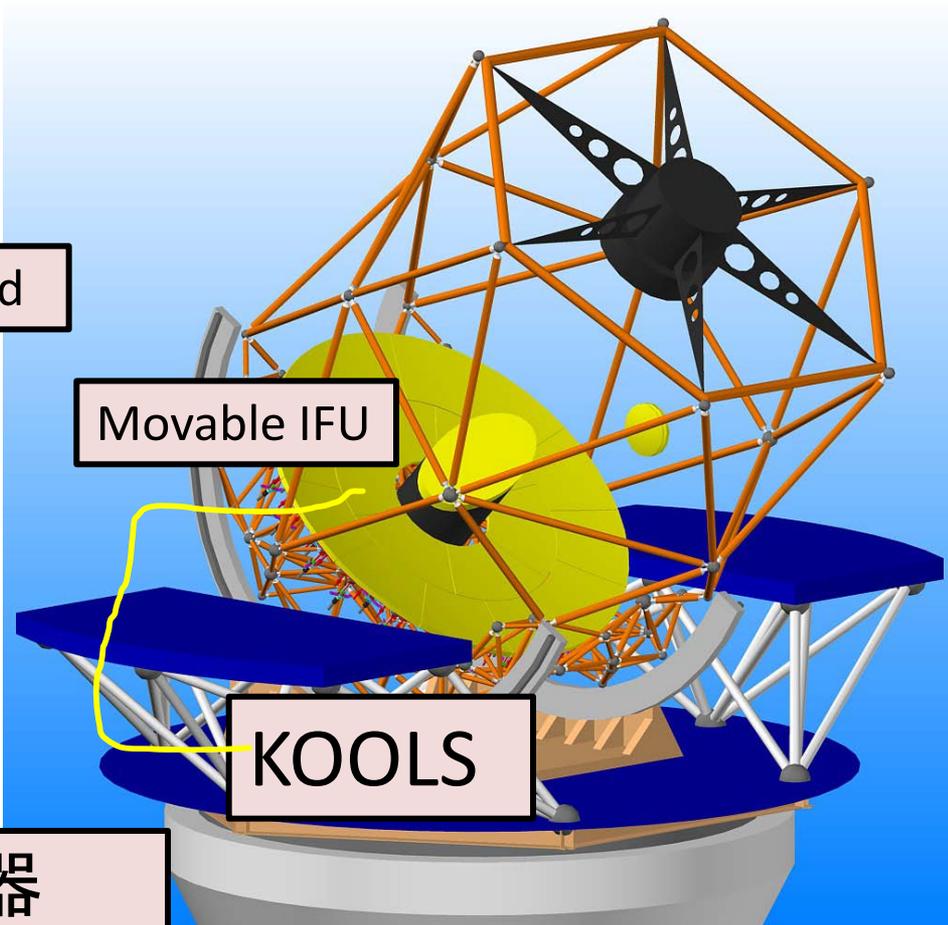
光ファイバーの出口を1列に並べて、分光器へ光を射出。

# 突発天体の即時可視面分光ユニット

岡山 188cm



岡山 3.8m



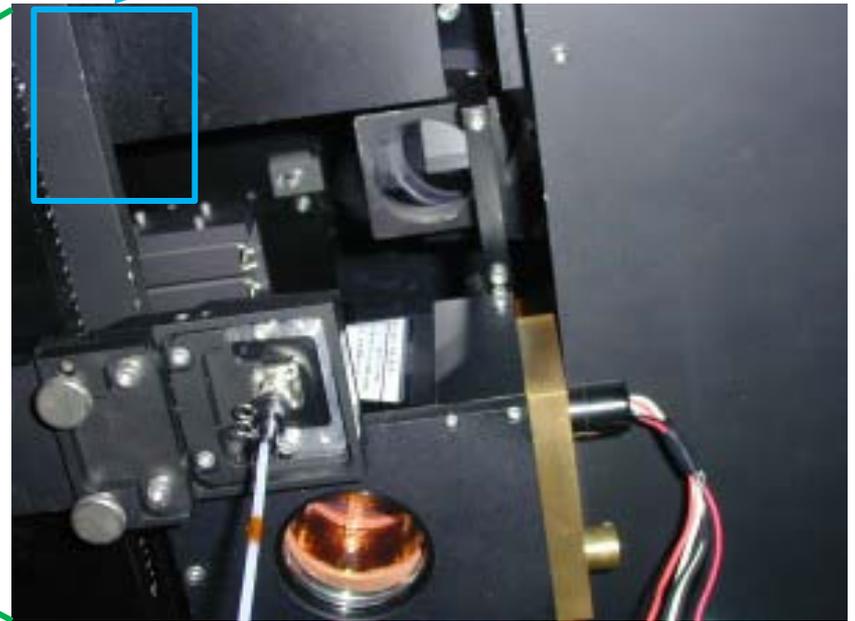
fibre

既存可視分光器  
KOOLS

# 188cm望遠鏡の場合：面分光入射ユニット



HIDES-F



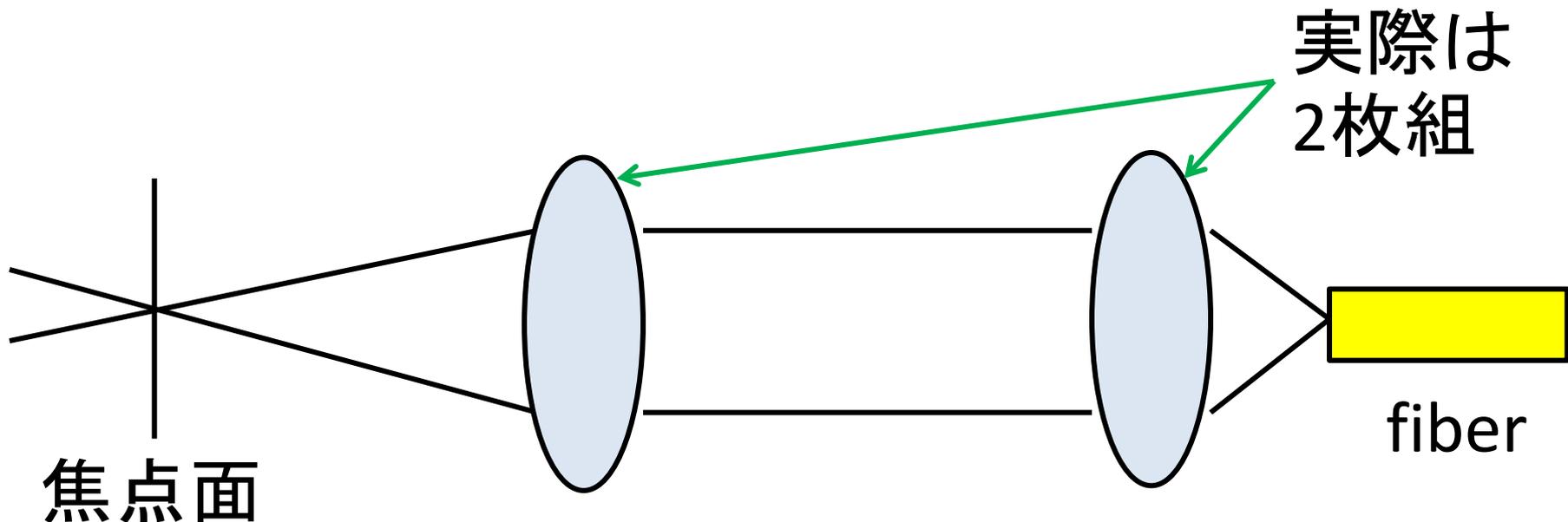
隣にIFU入射部を  
焦点面を下から見たところ

# ファイバーバンドルによる面分光ユニット

- 188cm望遠鏡 カセグレン焦点(F/18)
- $1'' = 0.16\text{mm} = 160\mu\text{m}$  or  $6.3''/\text{mm}$
- $100\mu\text{m}\phi$ の光ファイバーコアなら0.6"なので少し狭い
- 0.33縮小光学系を入れる
- 各ファイバーは $\sim 2''$ に対応  
seeingは $\sim 1''$
- $10 \times 10$ 本で $20'' \times 20''$ をカバー
- 3.8m用には縮小光学系をはずす  
 $1'' = 0.1\text{mm}$   $10''/\text{mm}$  FoV= $10'' \times 10''$

# 縮小光学系案 (レンズ系)

- レンズのデータはエドモンドオプティクスのカタログから
- 2組のアクロマティックレンズを使用
  - 焦点距離は45 mmと15 mm、焦点面からファイバー端面まで120 mm、直径12.5/9mm

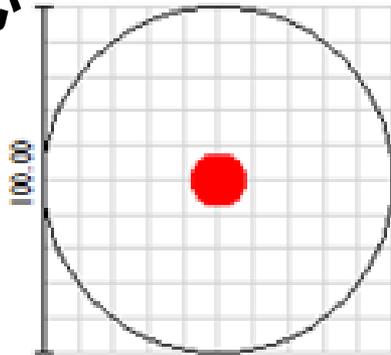


# スポットダイアグラム

視野中心

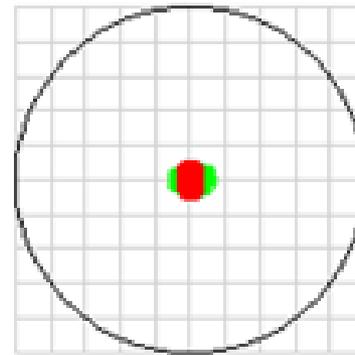
100  $\mu\text{m}$   
= コア径  
= 2"

OBJ: 0.0000, 0.0000 (deg)



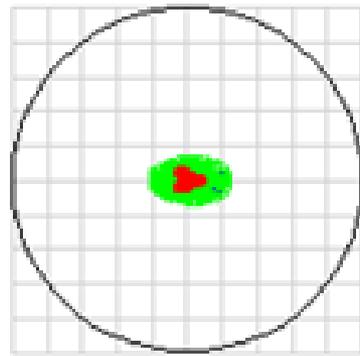
IMA: 0.000, -0.000 mm

OBJ: 0.0028, 0.0000 (deg)



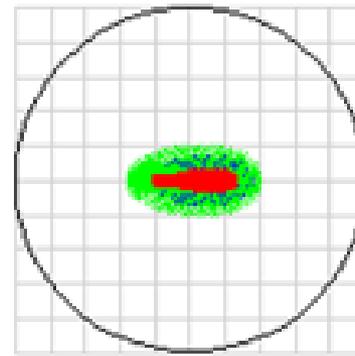
IMA: -0.545, -0.000 mm

OBJ: 0.0042, 0.0000 (deg)



IMA: -0.919, -0.000 mm

OBJ: 0.0056, 0.0000 (deg)



IMA: -1.094, -0.000 mm

+ 0.4000  
x 0.6000  
■ 0.9000

視野中心  
から10"

視野中心  
から15"

視野中心  
から20"

Surface: IMA

## Spot Diagram

Lens has no title.  
2012/12/14 Units are  $\mu\text{m}$ .  
Field : 1 2 3 4  
RMS radius : 3.107 2.872 4.631 8.276  
GEO radius : 6.397 6.140 11.526 19.080  
Circle diam: 100

Reference : Centroid

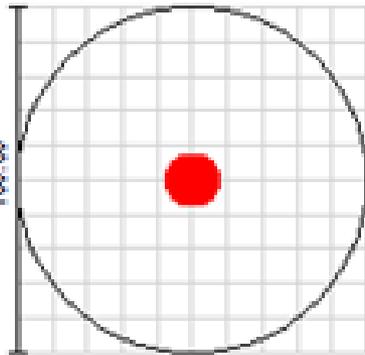
enlarge-achro-45-15-20121107.ZMX  
Configuration 1 of 1

# スポットダイアグラム

視野中心

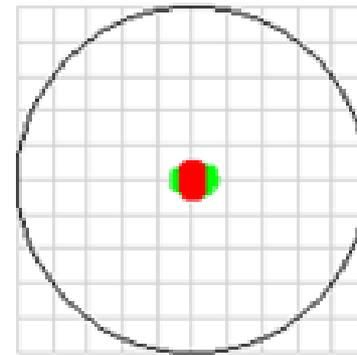
100  $\mu\text{m}$   
= コア径  
= 2"

OBJ: 0.0000, 0.0000 (deg)



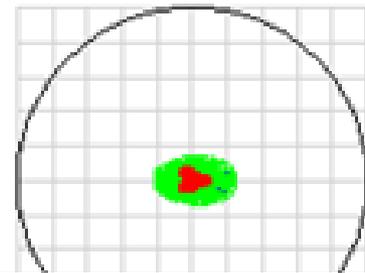
IMA: 0.000, -0.000 mm

OBJ: 0.0028, 0.0000 (deg)

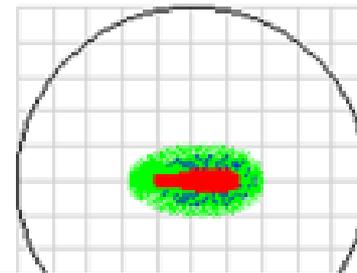


IMA: -0.545, -0.000 mm

OBJ: 0.0042, 0.0000 (deg)



OBJ: 0.0056, 0.0000 (deg)



+ 0.4000  
x 0.6000  
■ 0.9000

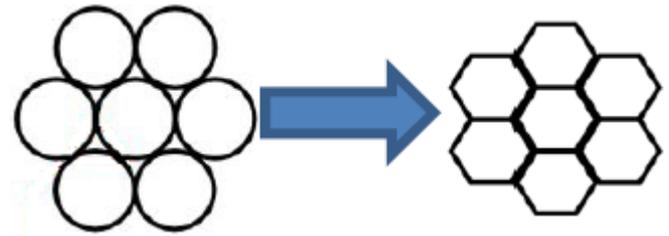
視野中心  
から10"

視野中心  
から15"

視野中心  
から20"

- 視野中心から10"以内ならスポットサイズは問題なく、光のケラレもない -> OK
- 20"以上離れるとコマ収差が大きく、良くない

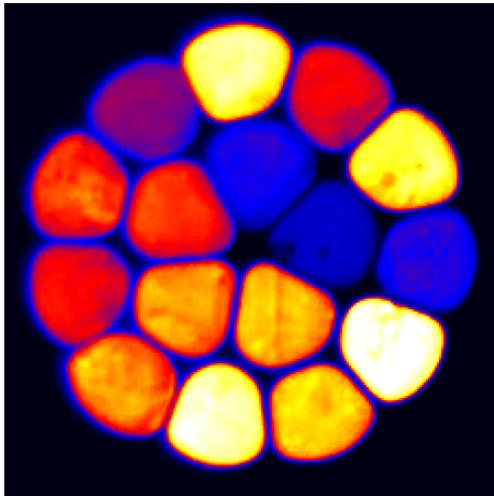
# 融着ファイバー



- 光ファイバー素線のクラッド同士を熱と圧力で融着し、六角形の蜂の巣状に束ねたもの
- ファイバー間の余分なスペースがなくなり、マイクロレンズを使わなくても伝送率が高くなるはず

テスト中の16本バンドル

~90% Filling factor



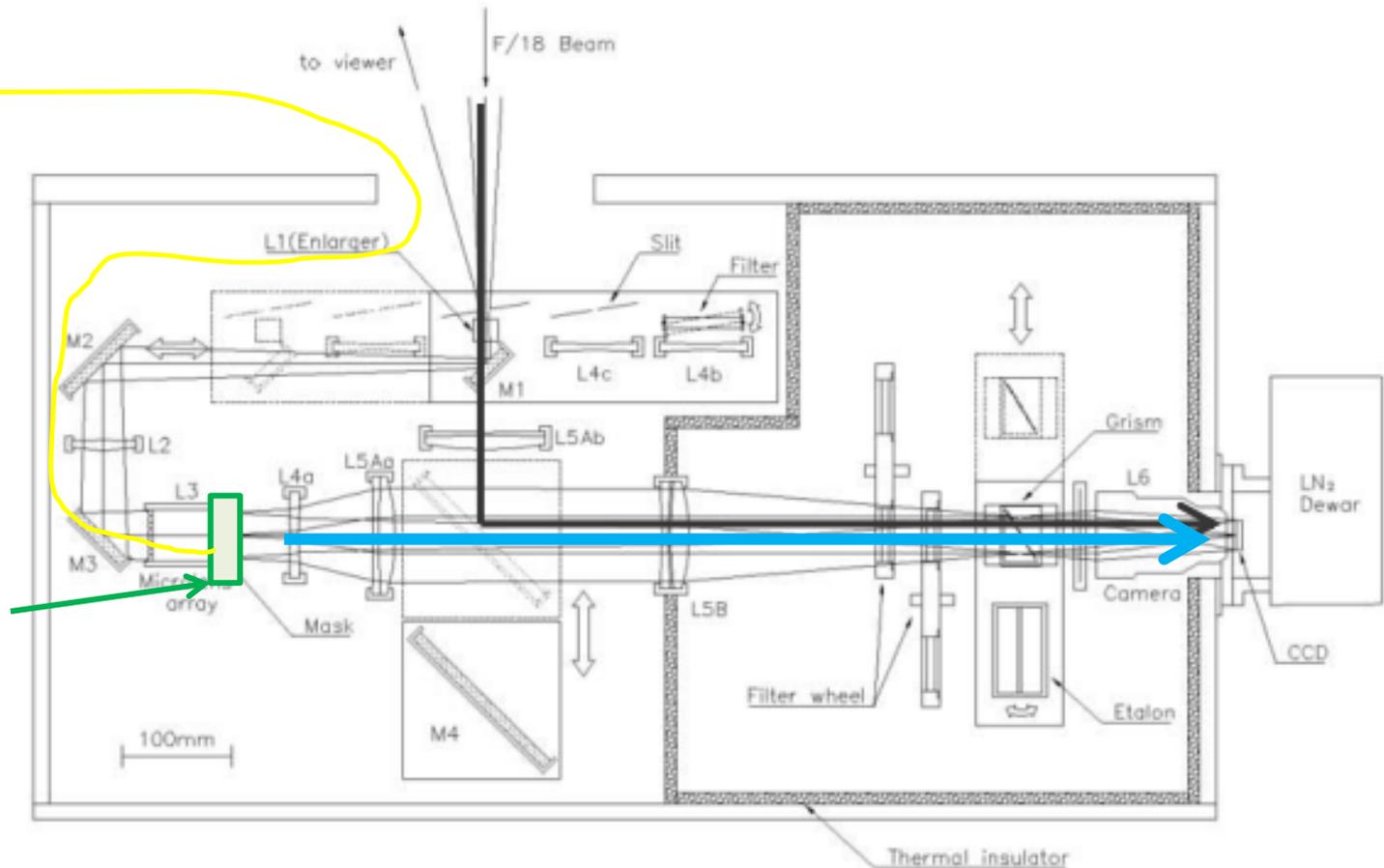
融着ファイバーの性能等評価中



# 分光器：既存KOOLS改造

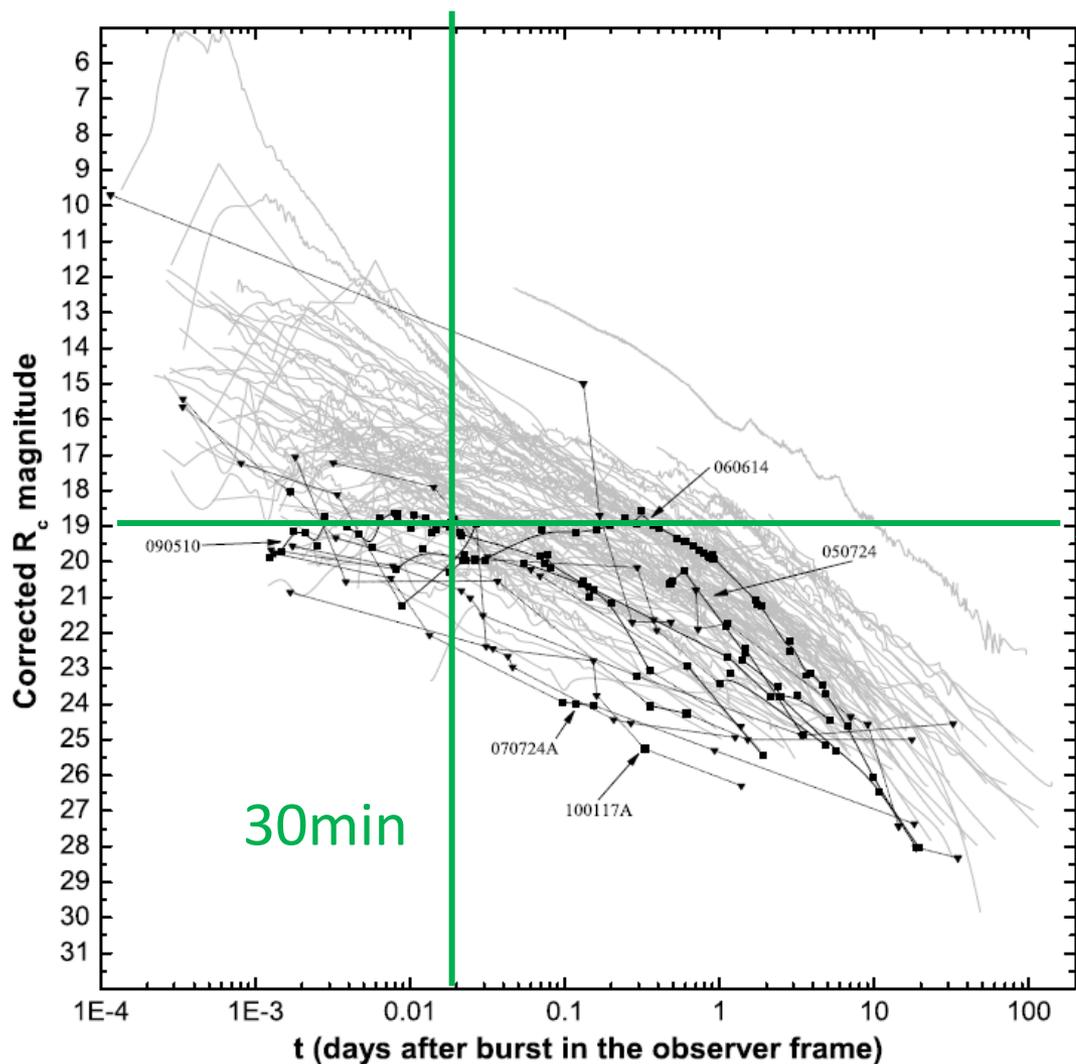
ファイバー

1次元マイクロレンズアレイ



ファイバーと1次元マイクロレンズアレイを追加

# Light curves of short and long GRB



Expected limiting mag  
for S/N=10

188cm:

17.0 mag (600sec)

18.1 mag (1800sec)

3.8m:

17.8 mag (600sec)

18.9 mag (1800sec)

素早く観測すれば  
14-19等も分光可能

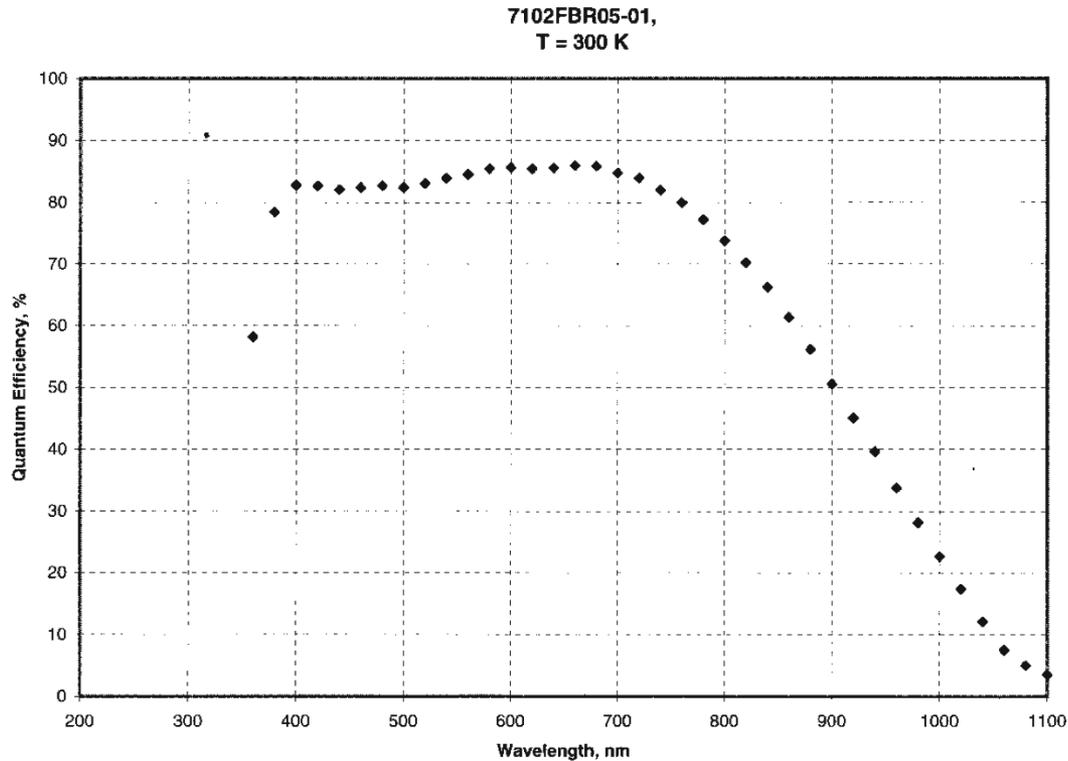
Thick lines: s-GRBs

Thin lines: l-GRBs

Kann et al. ApJ 734, 96, 2011



# KOOLS諸元



Page 1

grism No. 2: 6563AA blaze, 5700-8500AA, R=600-800(1."8slit)  
こちらの方が感度はよさそう

grism No. 5: 4400AA blaze, 4000-7400AA, R=400-600(1."8slit)