

SDSS Quasar Lens Search (SQLS)

大栗 真宗

(東京大学 RESCEU/物理/カブリIPMU)



SDSS Quasar Lens Search (SQLS)

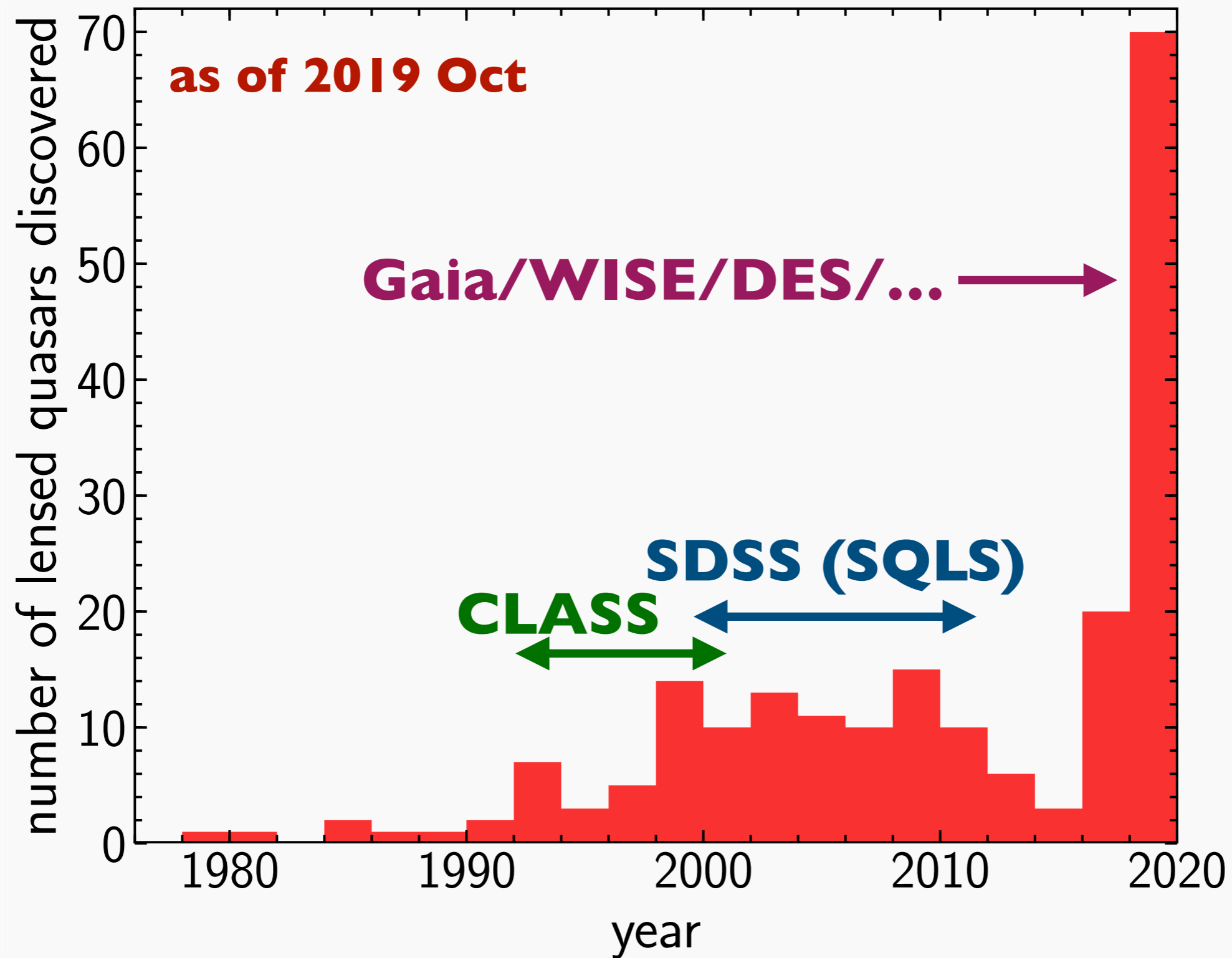
- スローンデジタルスカイサーベイ (SDSS) から重力レンズクエーサーを探索
- SDSS分光クエーサーサンプルから出発、
SDSS撮像データから候補選択、
追観測で重力レンズクエーサー確認

~10⁵
↓
~1000
↓
~50

needle in a haystack!

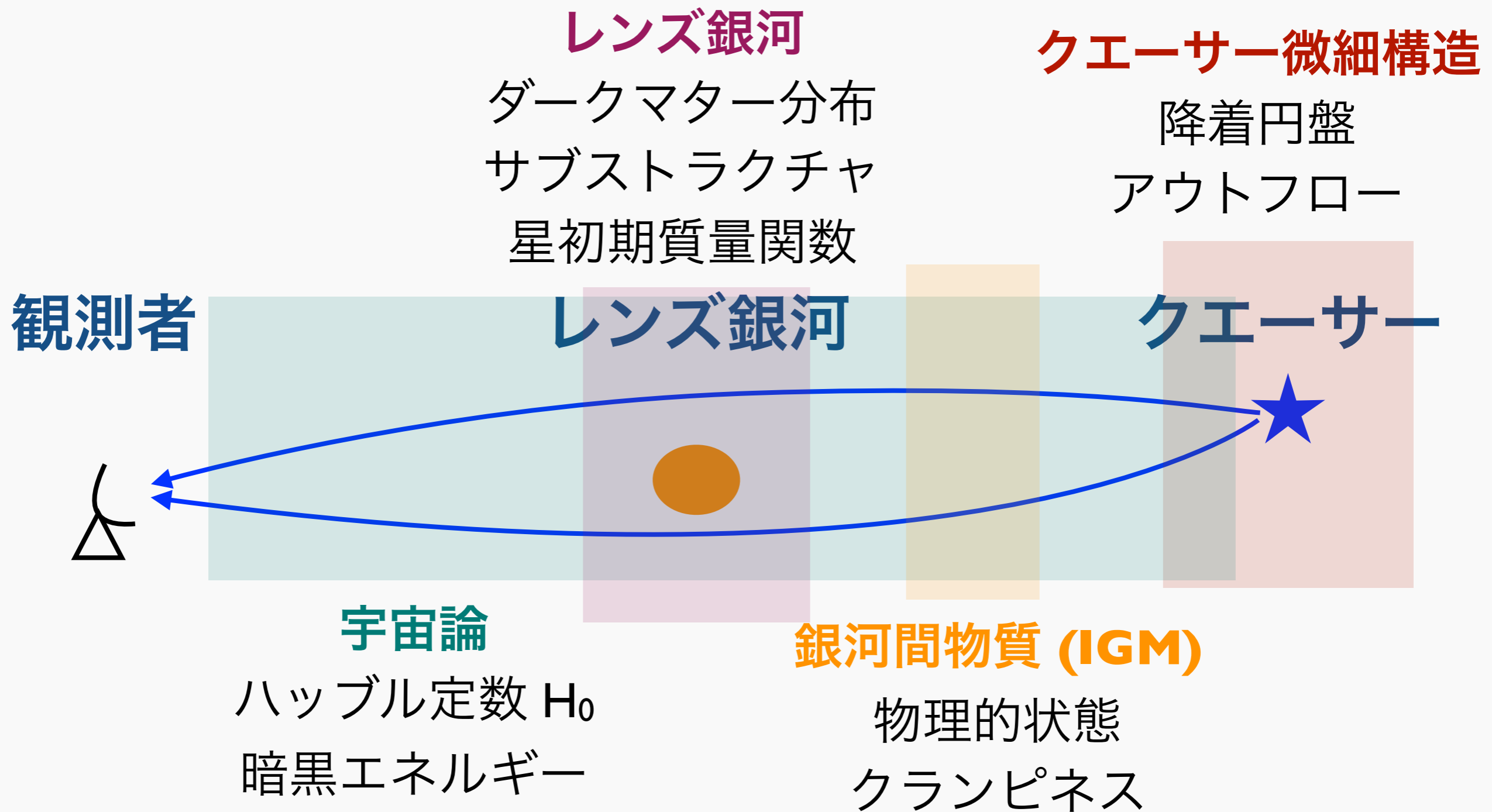


重力レンズクエーサーの歴史



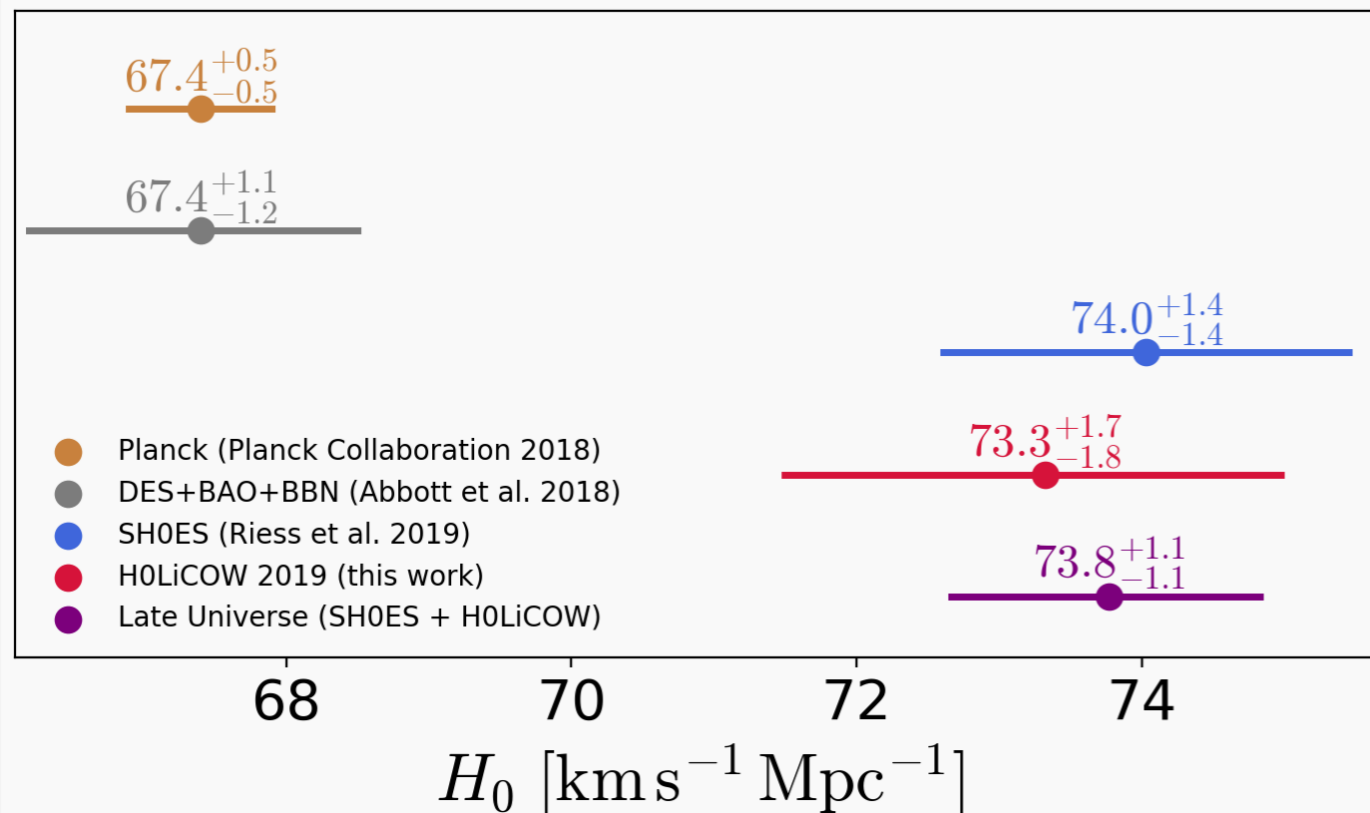
~200個
発見

重力レンズクエーサーの応用



宇宙論的応用

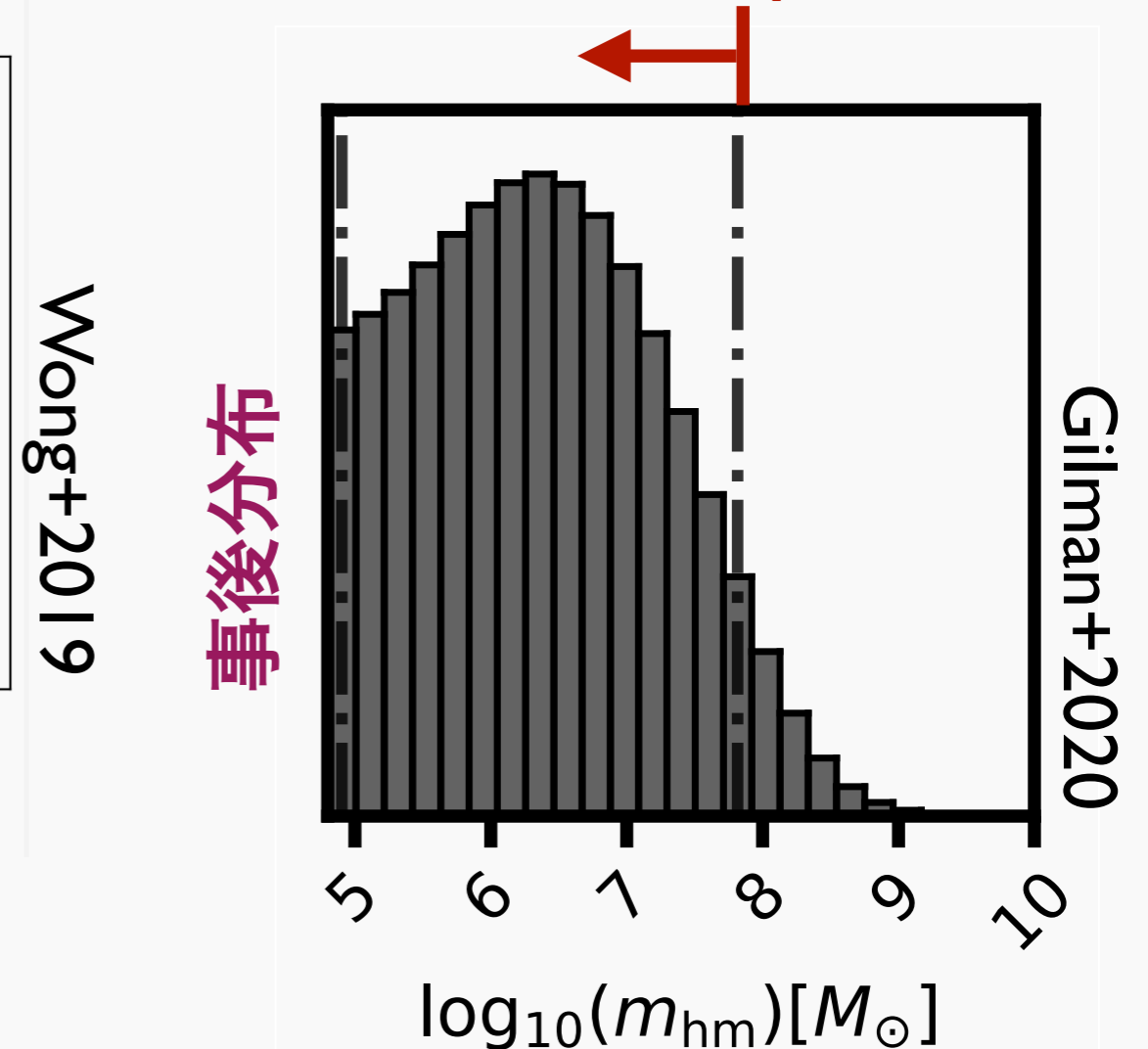
flat Λ CDM



時間の遅れによる H_0 測定
(**H_0 tension??**)

**SQLSサンプルは幅広く
応用されている**

CDMとconsistent ($m_{\text{DM}} > 5.2 \text{keV}$)

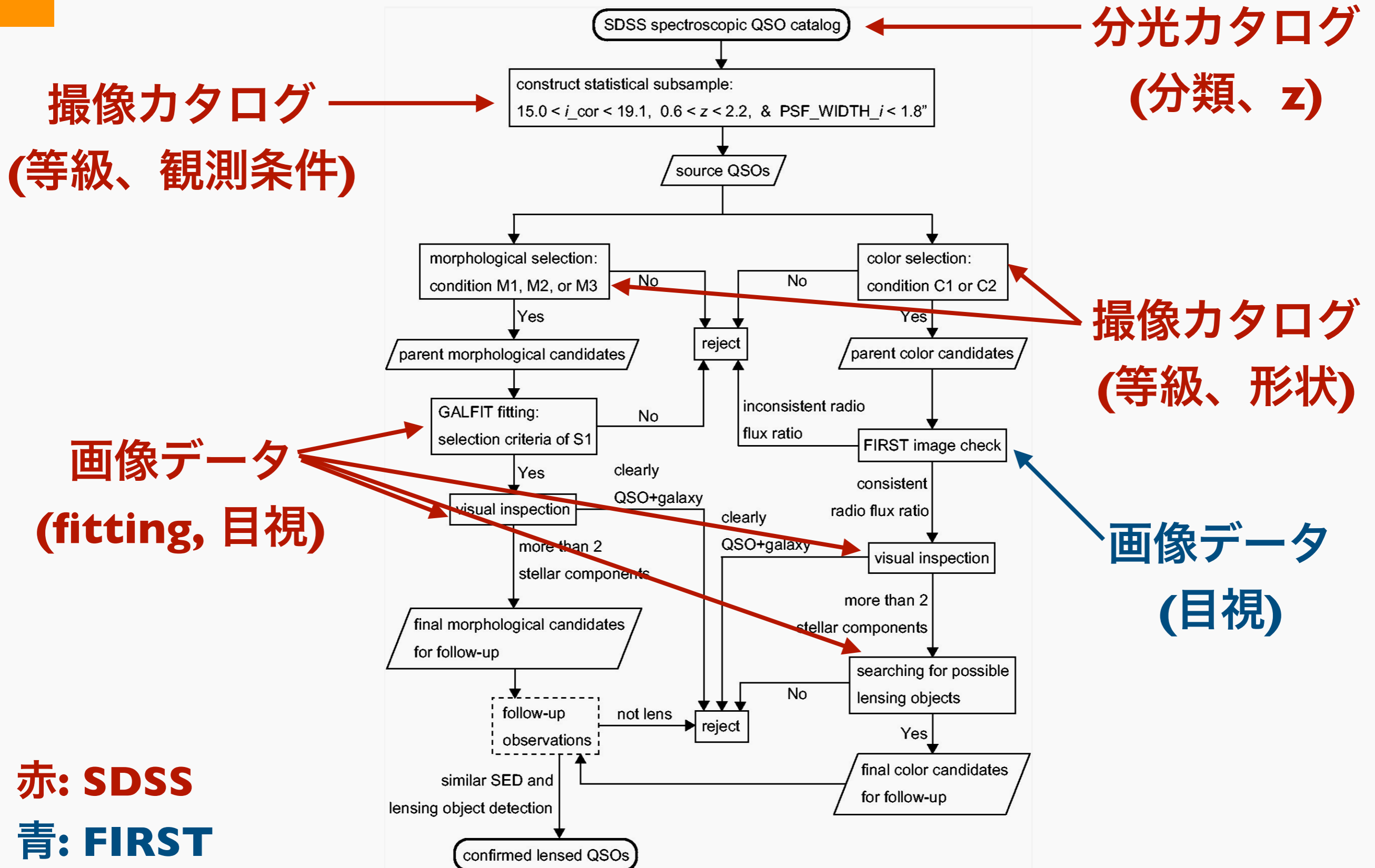


質量関数カットオフ質量
フラックス比による
サブストラクチャ検出

SQLSとデータベース

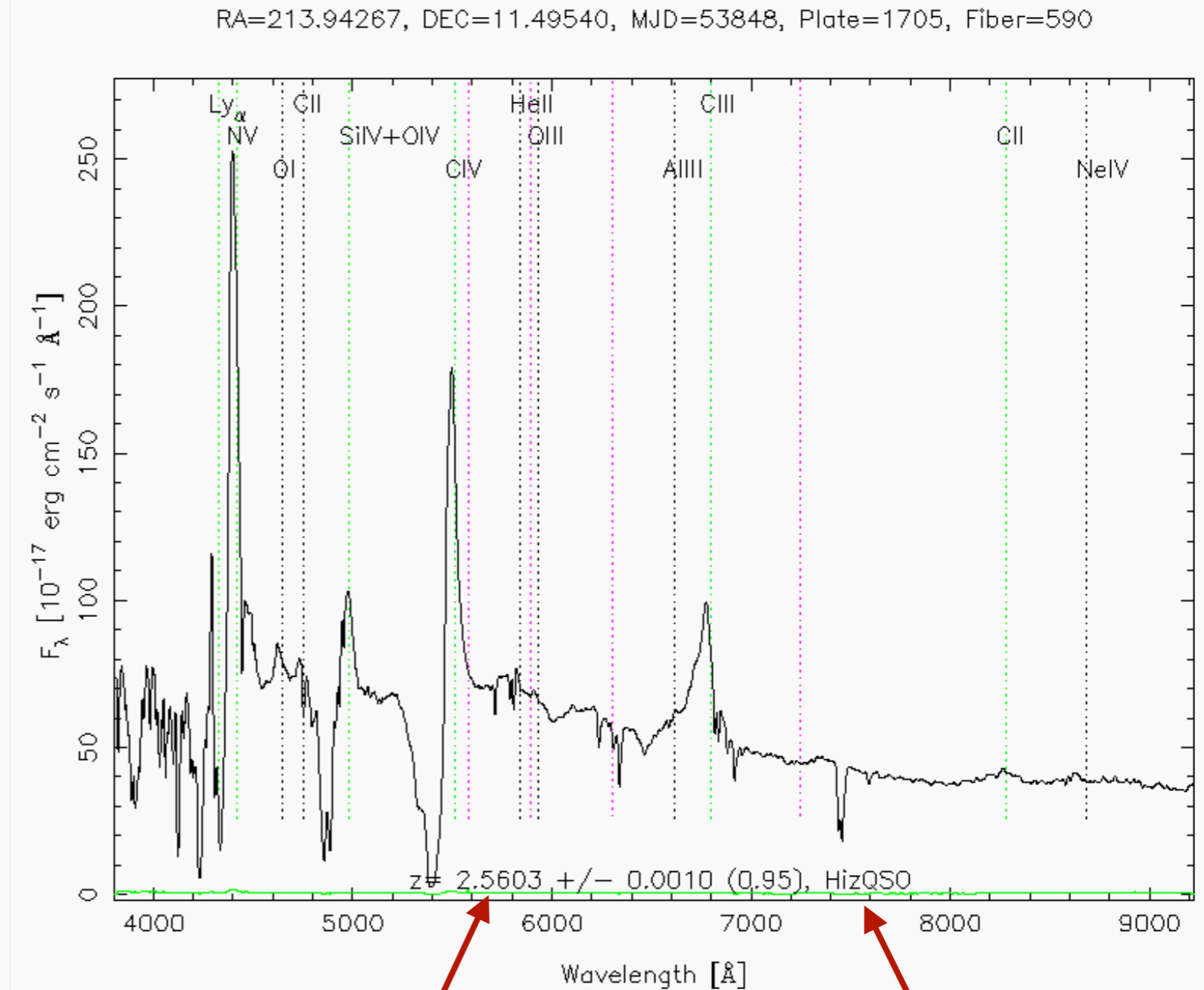
- SDSSのカatalog+画像を利用した候補探し
(SDSSはサーベイ観測なのでデータベースは当然非常によく整備されている)
- FIRSTを使った候補の電波での整合性確認
- 候補フォローアップ時のアーカイブデータとのクロスマッチ

候補の選択手順



SDSS分光カタログ

- 分光データを自動パイプラインで整約、解析
- タイプ分類と赤方偏移を使用

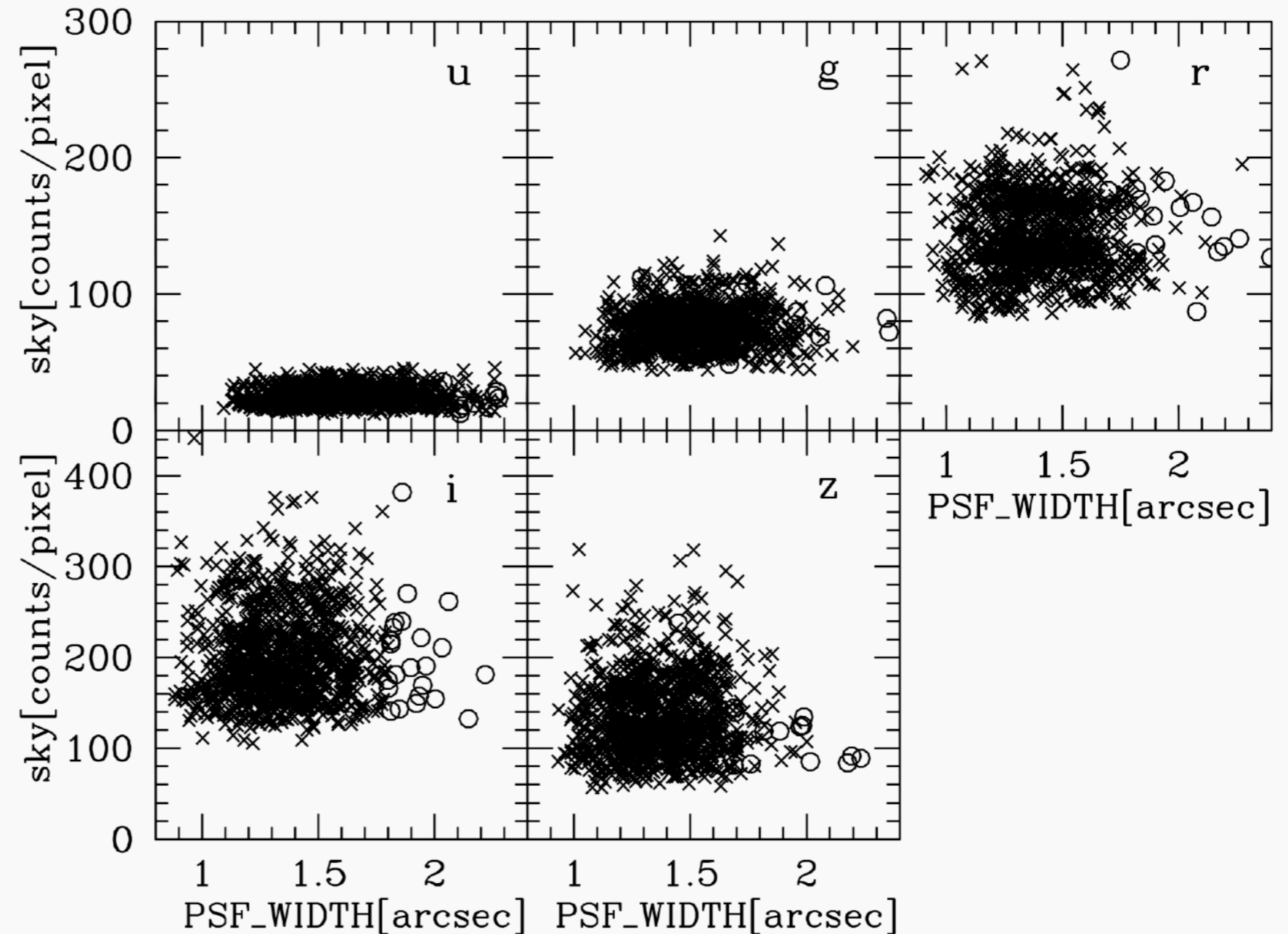


赤方偏移

タイプ分類

SDSS撮像(天体)カタログ

- seeingの悪い領域を除く
(観測条件のデータも
あると
役立つ例)



SDSS撮像(天体)カタログ

morphological selection

M1: objc_type = 6,
 star_L(*u*) ≤ 0.03, star_L(*g*) ≤ 0.04,
 star_L(*r*) ≤ 0.07 or star_L(*i*) ≤ 0.07

M2: objc_type = 6,
 star_L(*u*) ≤ 0.06, star_L(*g*) ≤ 0.04,
 star_L(*r*) ≤ 0.04 or star_L(*i*) ≤ 0.04

M3: objc_type = 3,
 star_L(*u*) ≤ 0.45 or star_L(*g*) ≤ 0.35,
 star_L(*r*) ≤ 0.60 or star_L(*i*) ≤ 0.60.

objc_type: 点源かどうか

star_L: PSFフィット尤度

color selection

C1: $|D(i - j)| < \Delta D(i - j)$,

$$\Delta D(u - g) = 3 \times 0.20, \quad \Delta D(g - r) = 3 \times 0.09,$$

$$\Delta D(r - i) = 3 \times 0.09, \quad \Delta D(i - z) = 3 \times 0.30.$$

C2: $y > -\frac{\Delta y}{\Delta x}x - \Delta y$,

$$y < \frac{y_2 - y_1 - \Delta y}{x_2 - x_1 + \Delta x}(x - x_1) + y_1 + \Delta y,$$

$$y > \frac{y_2 + \Delta y}{x_2 + \Delta x}x - \Delta y, \quad y < \frac{y_1 + \Delta y}{x_1 + \Delta x}(x + \Delta x),$$

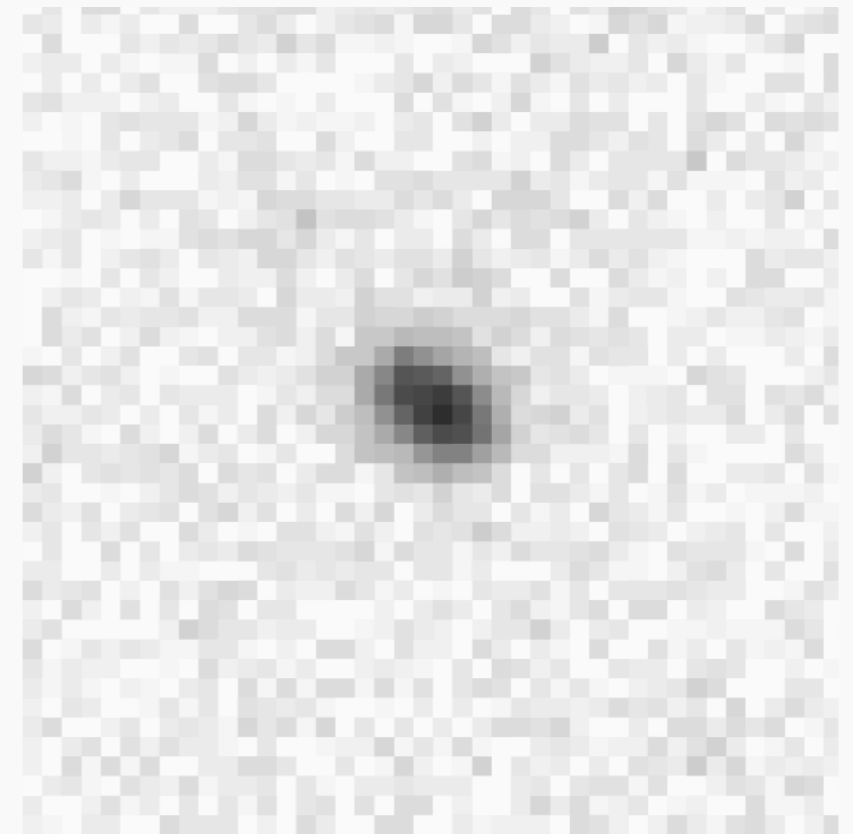
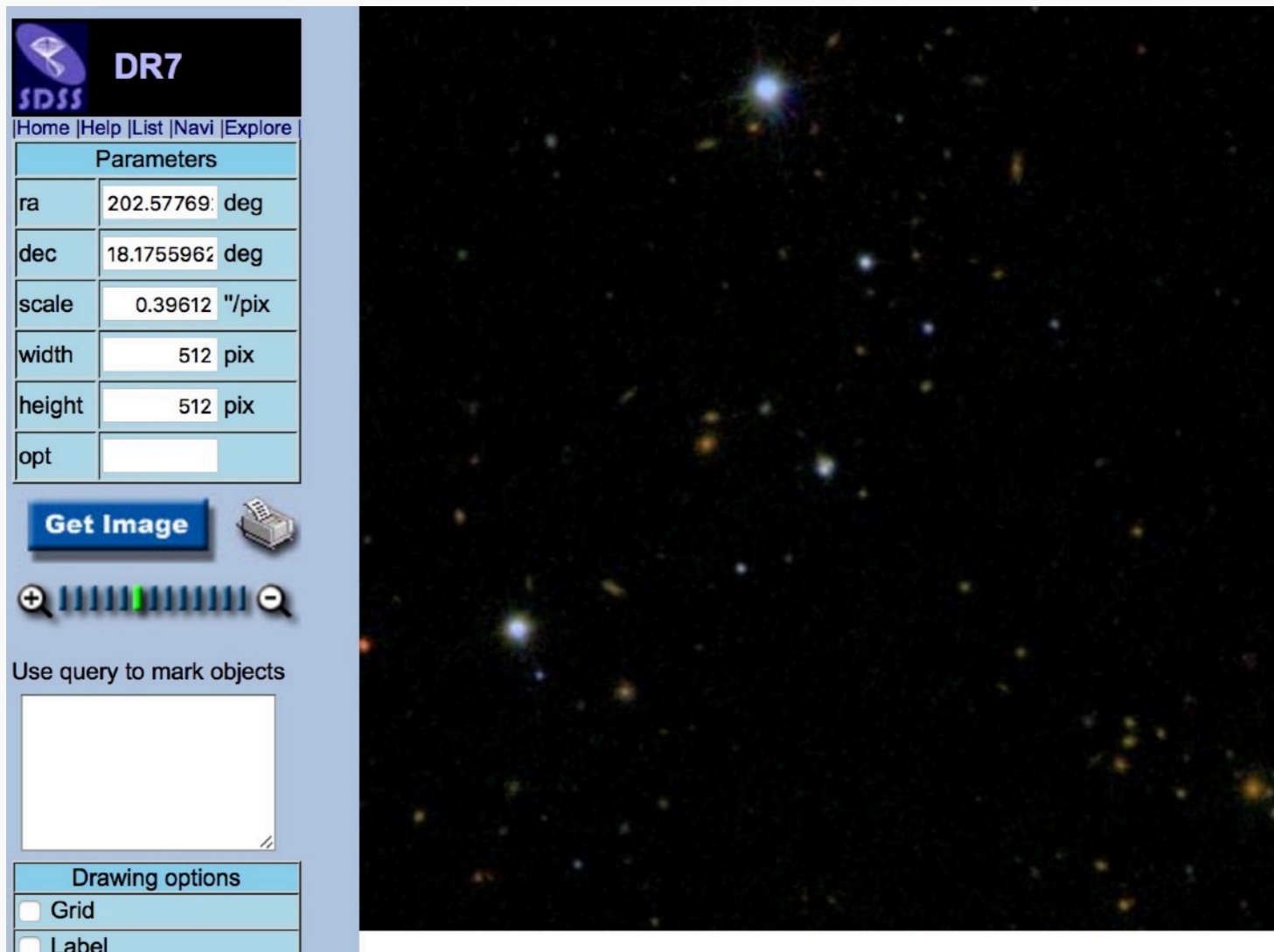
$x < 0.2 + \Delta x$ if $x = D(u - g)$,

$(x_1, y_1, x_2, y_2) =$

$$\begin{cases} (0.3, 0.4, 0.4, 0.4), & (x, y) = [D(u - g), D(g - r)], \\ (0.2, 0.2, 0.4, 0.1), & (x, y) = [D(g - r), D(r - i)], \\ (0.1, 0.2, 0.4, 0.1), & (x, y) = [D(r - i), D(i - z)]. \end{cases}$$

クエーサー周りの天体のugriz等級

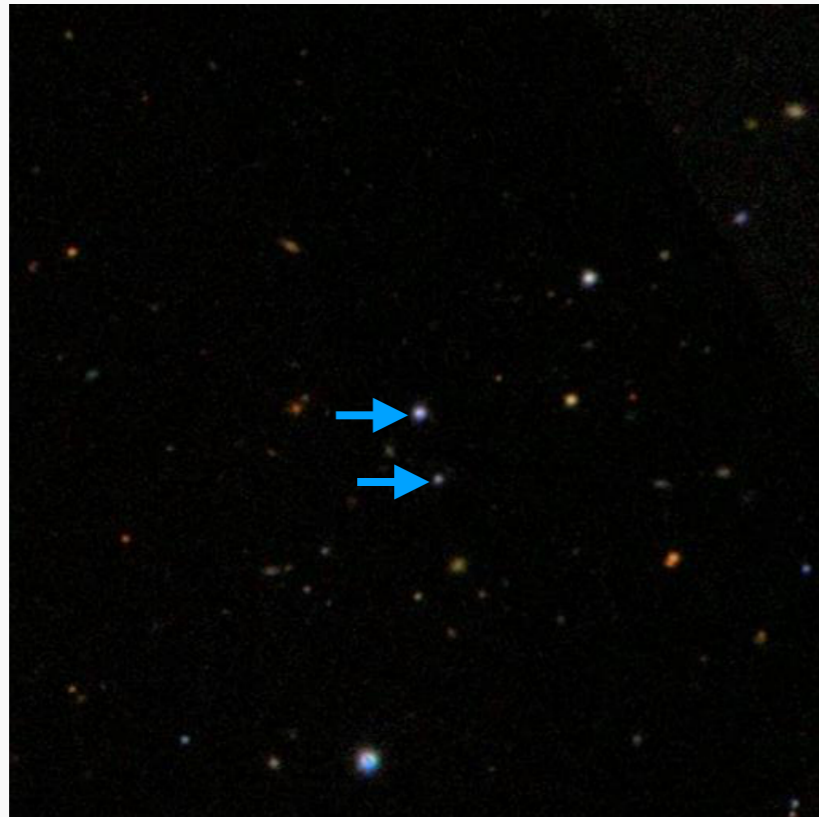
SDSS画像データの目視、解析



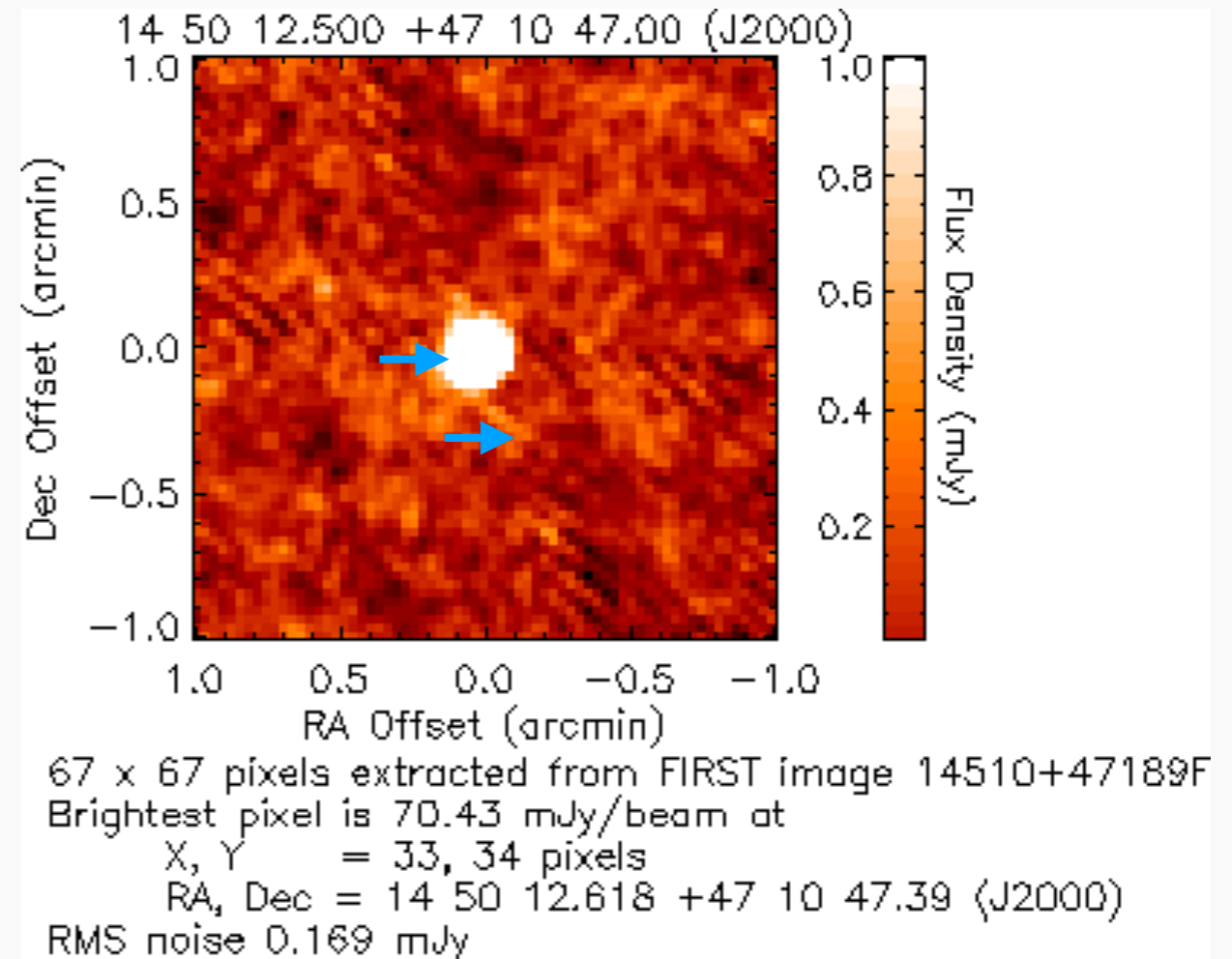
- 手軽な画像ビューアがあると超便利
(SQLSの時は(使え)なかった)
- 整約済みfits画像をダウンロードしてgalfit解析

FIRST電波画像の確認

SDSS



FIRST



- FIRST電波画像とのconsistencyから候補棄却
- FIRST Image Cutoutツールを使って手軽にできた

重力レンズ候補の追観測

- 分光追観測により複数像候補のSEDが同じであることを確認
- 撮像追観測によりレンズ銀河の検出
- 撮像追観測については運よくアーカイブに深い撮像データがあることも

すばるSuprime-camアーカイブ

- SMOKAをチェックし候補天体の天域がたまたま観測されていないかを調べた
- 幾つかの場合に画像が存在し役立った

良かった点: クエリ結果に積分時間やseeingの情報が
あり画像の質をある程度推測できた

あると良かったもの: 座標リストを与えて複数の座標
を一気に調べる機能、及びブラウザ上での
画像のクイックルック

まとめ (1/2)

- SDSSデータやその他のサーベイ/アーカイブデータを活用した重力レンズ探索
SQLSを紹介した
- サーベイからのレア天体探索の例

まとめ (2/2)

- 候補天体のいろいろな望遠鏡での観測データのチェックをする上で有用なもの
 - (複数) 座標でのアーカイブデータ存在
チェックとその基本性質の手軽な検索
 - データ (画像) のクイックルック
 - 整約されたデータ