

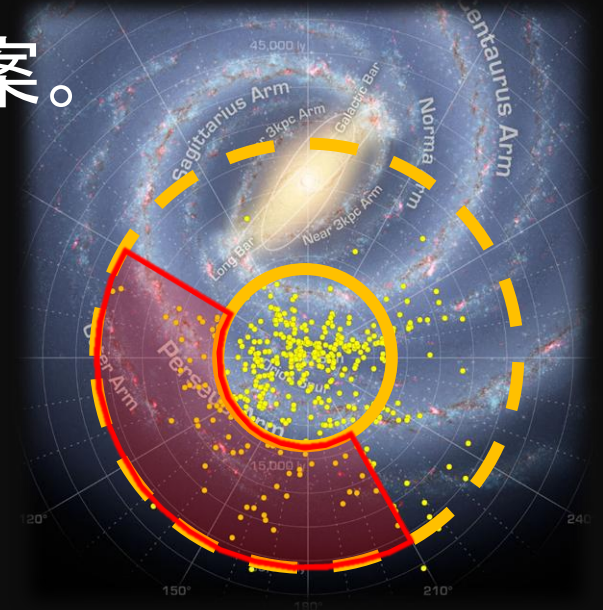
# KWFC大規模プロジェクトの提案： 変光星探査



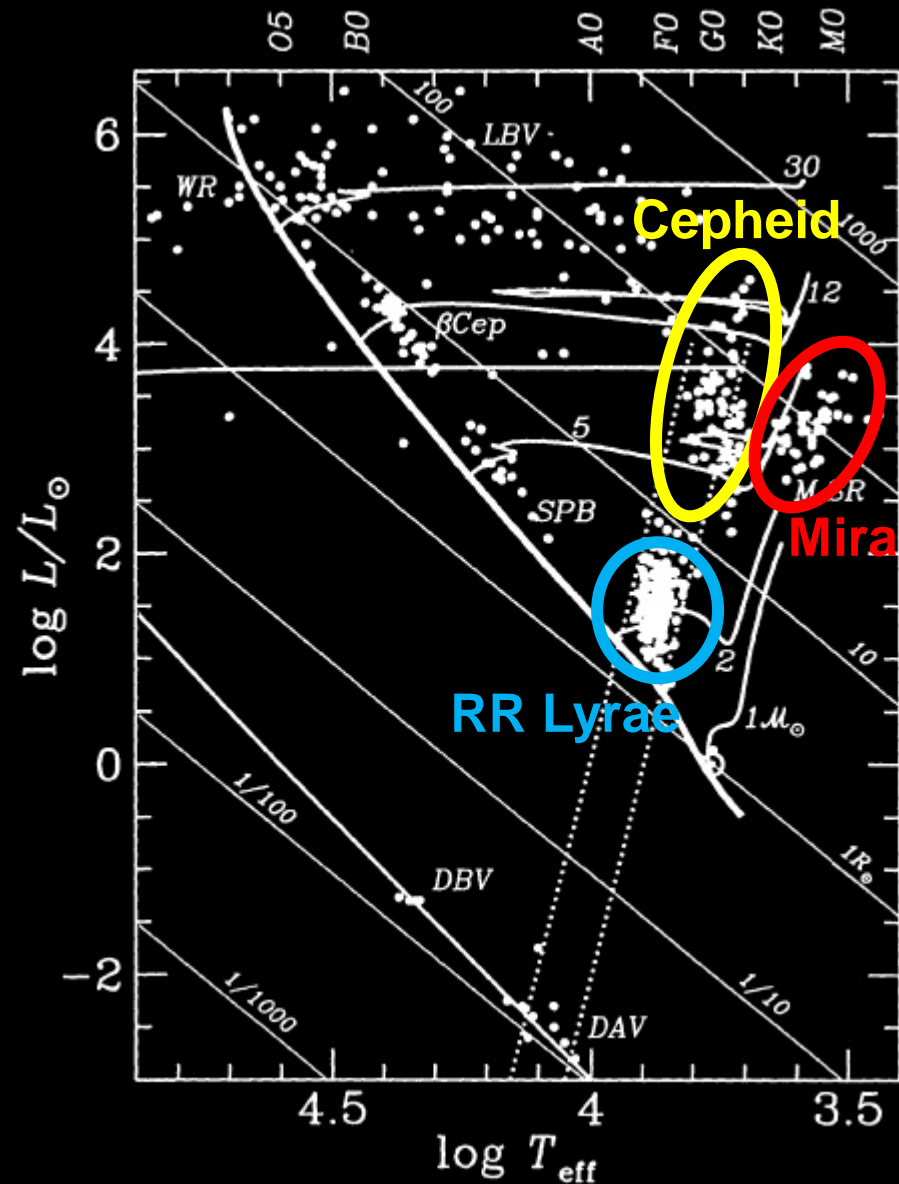
松永典之、KWFCチーム

# 概要

- 銀河面の変光星(および新星・矮新星)を  
探査して、銀河系の構造を調べる。
  - 銀河面に沿って銀経60~210度を観測
- 3年間・計27週間(共同利用時間の20%)  
の反復観測プロジェクトを提案。



# 脈動変光星



## セファイド

- セファイド不安定帯
- 周期: 2~50日程度
- 2つのタイプがある
  - 古典的セファイド(10—300Myr)
  - II型セファイド (~10 Gyr)

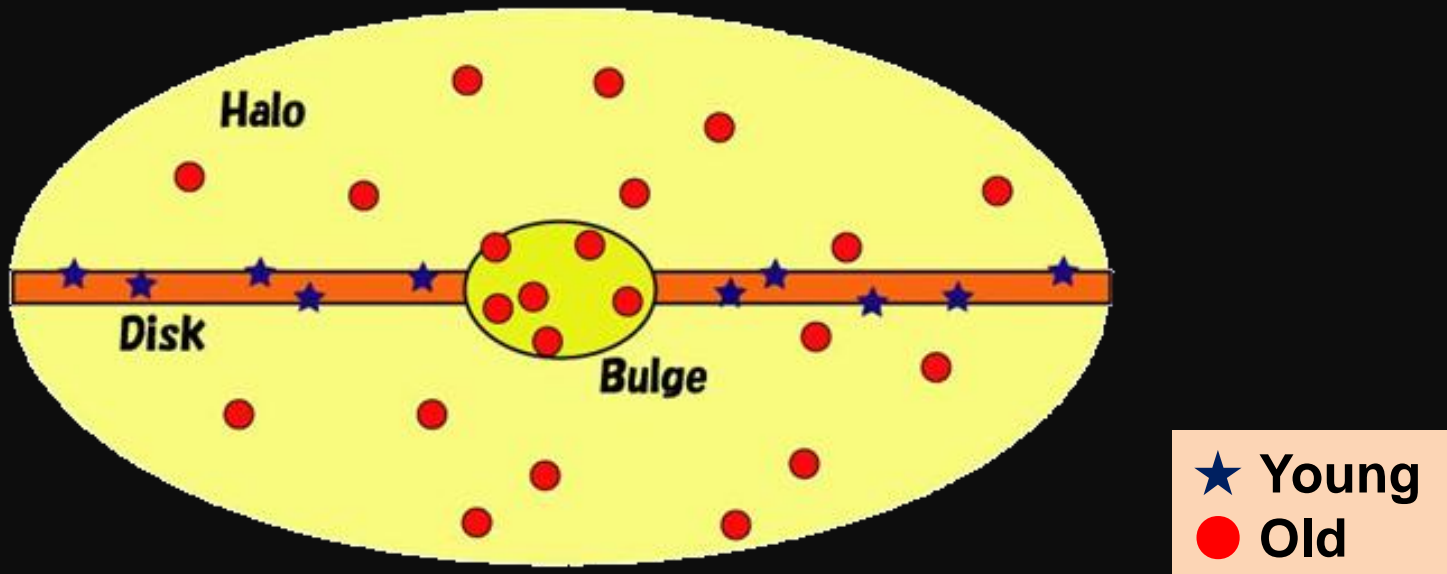
## ミラ

- AGB星
- 周期100日以上

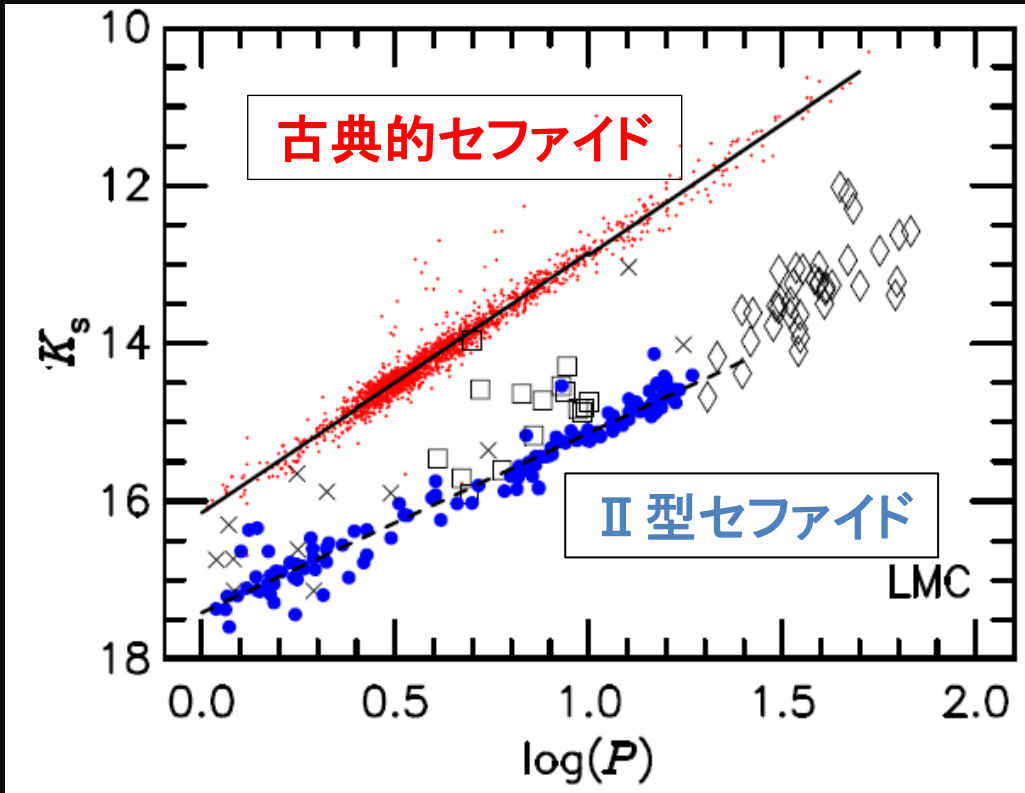
H-R図上での脈動変光星の分布  
(Gautschy & Saio, 1995)

# 種族の異なる2つのセフィイド

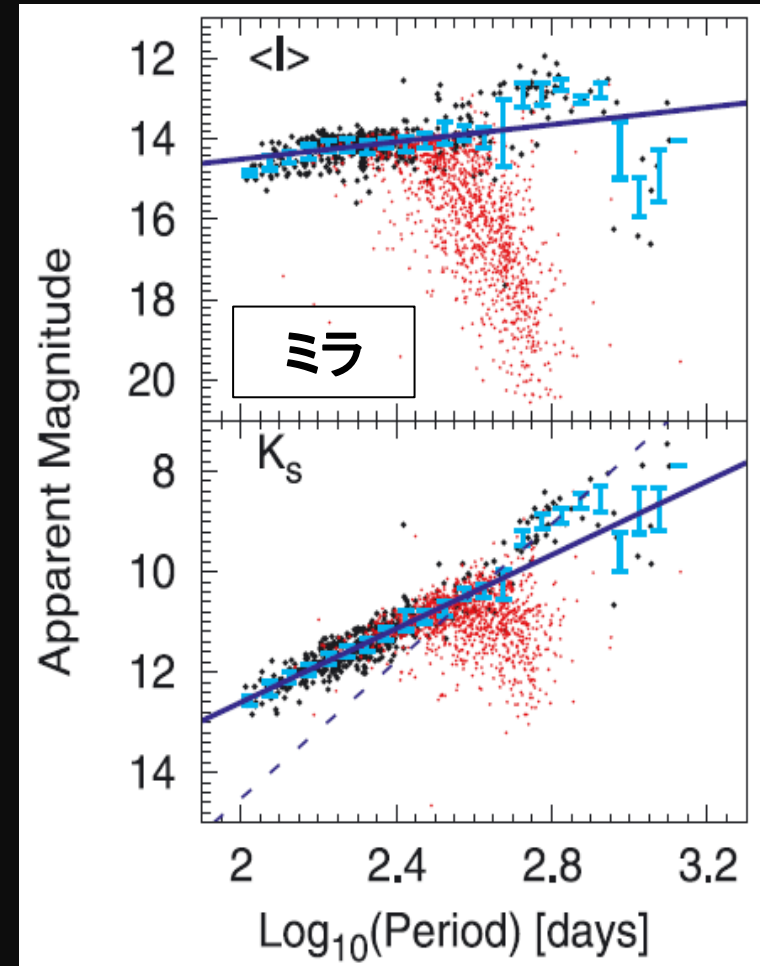
- 古典的セフィイド： 若い・中小質量星(4-10  $M_{\text{sun}}$ )
- II型セフィイド： 古い・小質量星(約1  $M_{\text{sun}}$ )
- ミラ： いろいろな種族から進化(1-8  $M_{\text{sun}}$ )
  - ただし、年齢の不定性が大きい。



# 周期光度関係



(Matsunaga et al. 2011)



Ita & Matsunaga (2011)

# ミラおよびセファイドの重要性

- 距離の指標

- 周期光度関係

- 周期 → 絶対等級 → 距離

- 年齢の指標

- それぞれの変光星によって典型的な年齢が異なる。

- 古典的セファイド: 10–200 Myr (周期と年齢が相関)

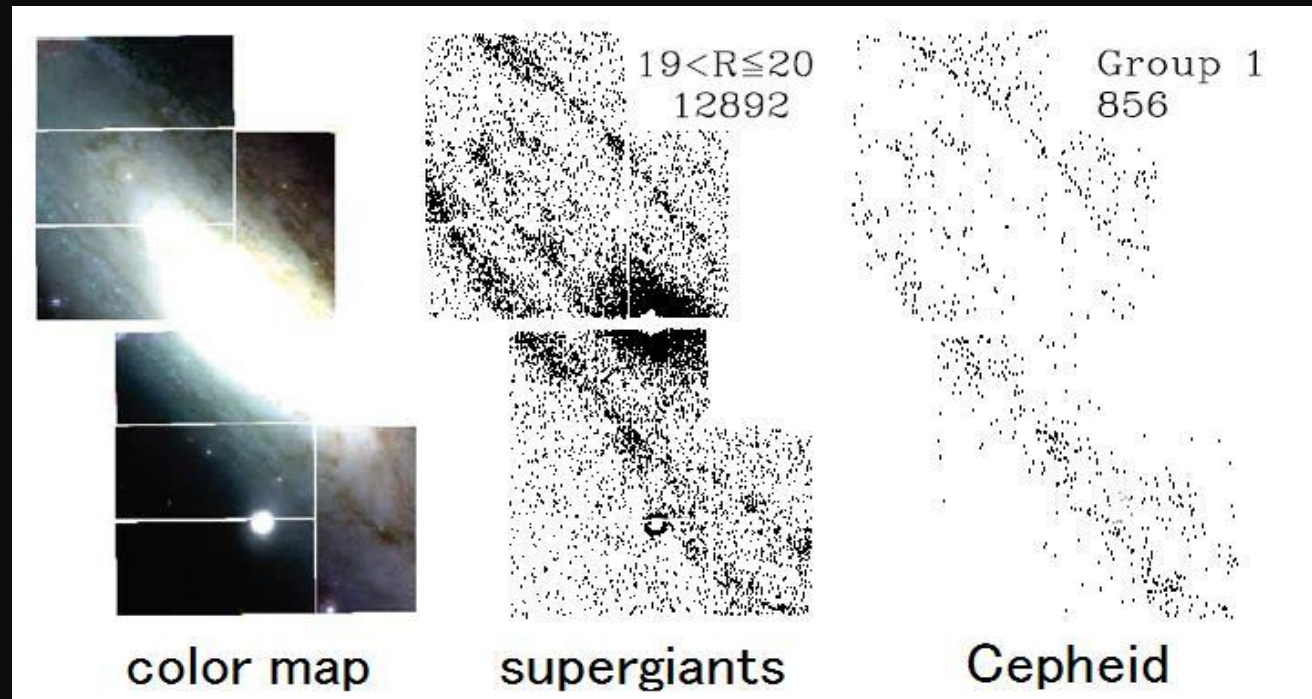
- II型セファイド: ~10 Gyr

- ミラ: 数百Myrから10Gyr程度 (年齢の不定性大きい)

# 銀河の構造への応用

- 古典的の分布は渦巻き腕・超巨星といった若い天体をトレースする。

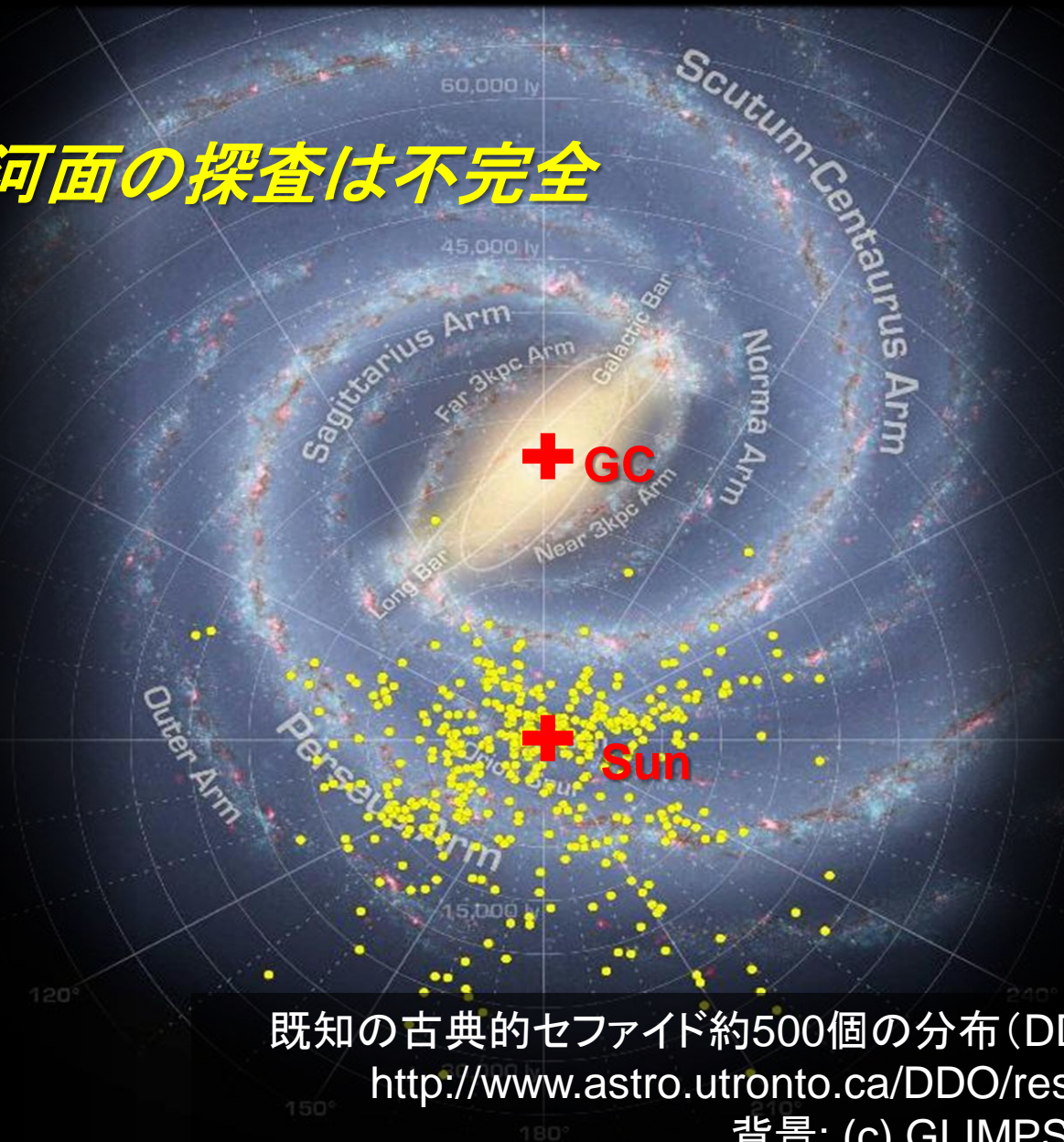
An et al. (2004)



*Cf.* A larger and better sample of Cepheids in M31 from CFHT/Megacam survey (Fliri et al., presented in a conference at Naples, 2011 May)

# 変光星探査の現状

銀河面の探査は不完全



既知の古典的セファイド約500個の分布 (DDOデータベース)

<http://www.astro.utoronto.ca/DDO/research/cepheids/>

背景: (c) GLIMPSE project (2008)

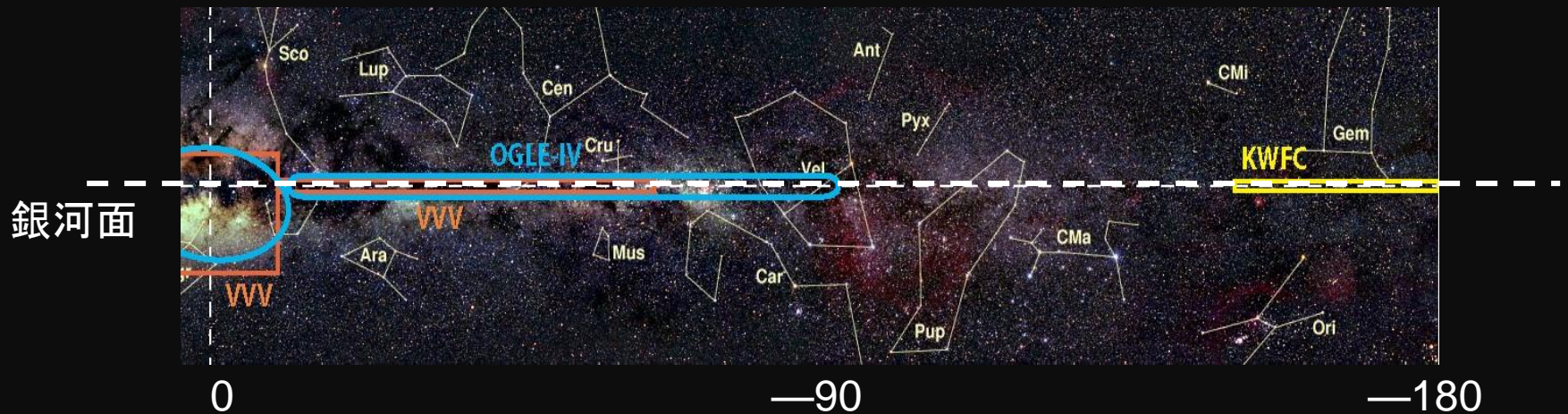
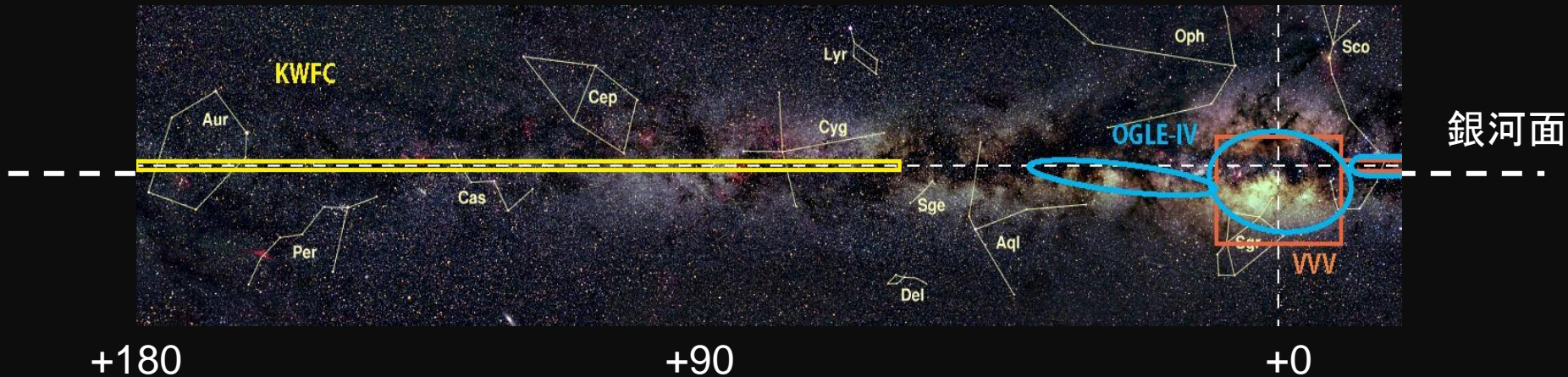


# 他の変光星プロジェクト

- **ASAS** : 全天だが低分解能で浅い
  - 南天は公開済み、北天は観測進行中), **all sky**
- **OGLE**: バルジ領域 (+マゼラン銀河)
  - III期の公開進行中、IV期観測中, **69 deg<sup>2</sup> → >600 deg<sup>2</sup> ?**
- **VISTA/VVV**: バルジ領域と南の銀河面
  - 2010~2014にKsバンドで反復観測, **520 deg<sup>2</sup>**
- **OAOWFC**: 岡山広視野近赤外線カメラ
  - 銀河面モニタ計画、今年度中に観測開始?
  - **12月頃にKWFCとOAOWFCを合わせて議論する研究会**

# KWFCの狙う領域

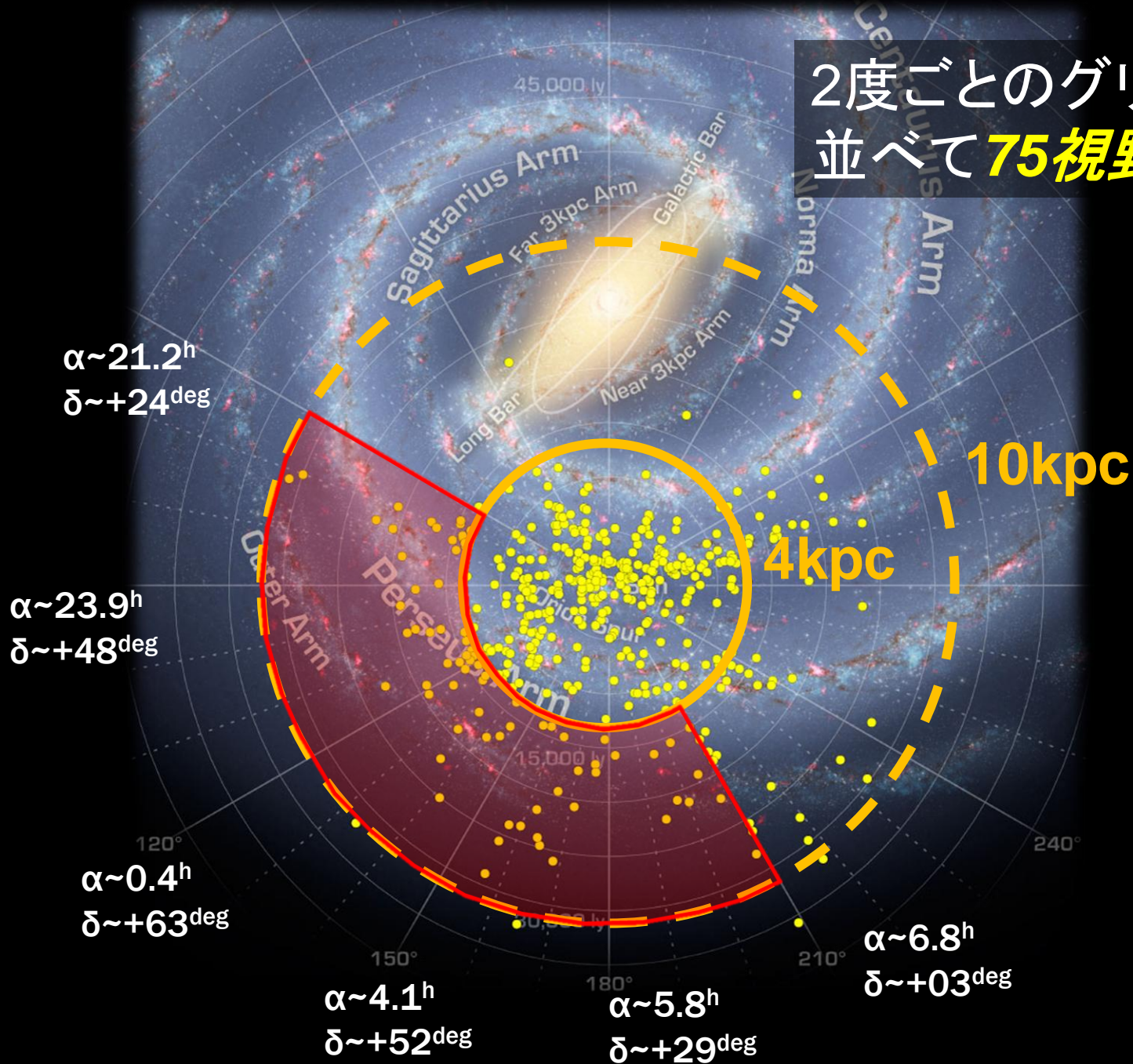
- 北半球の銀河面はライバルが少ない。



# 銀河系の変光星探査のターゲット

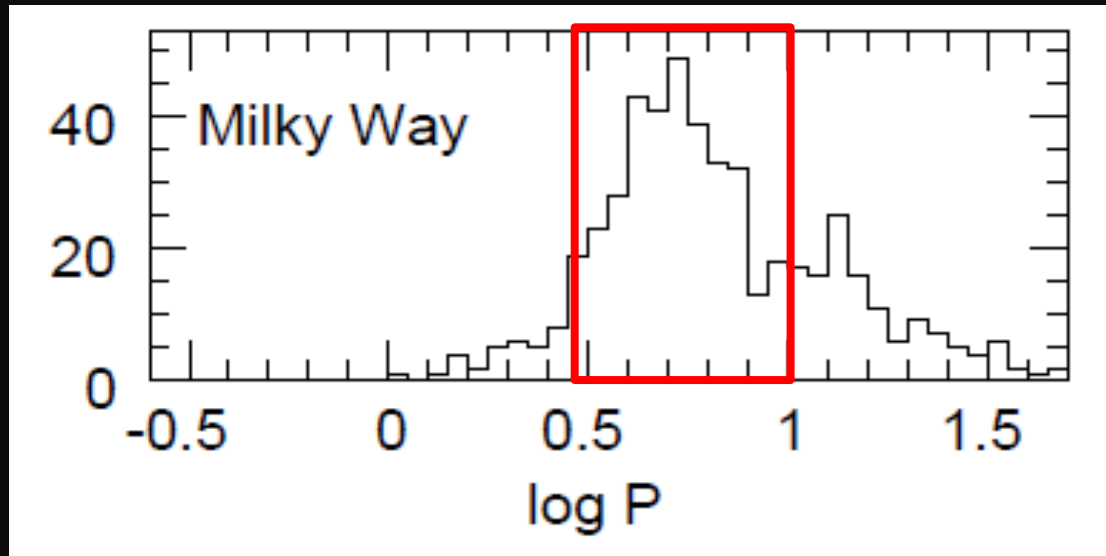
- 銀河系の構造を調べるには大広域サーベイが必要。南天(VVV)だけでなく、北天も必要。
- ASASサーベイによって  $I=13.5$  magまでの変光星は(ほぼ)全天で見つかる。
  - 解像度が悪いため銀河面は難しい。
- 北天の銀河面のサーベイを、  
**KWFC+OAOWFC**で行う。

2度ごとのグリッドに  
並べて**75視野**



# ターゲットとするセファイド

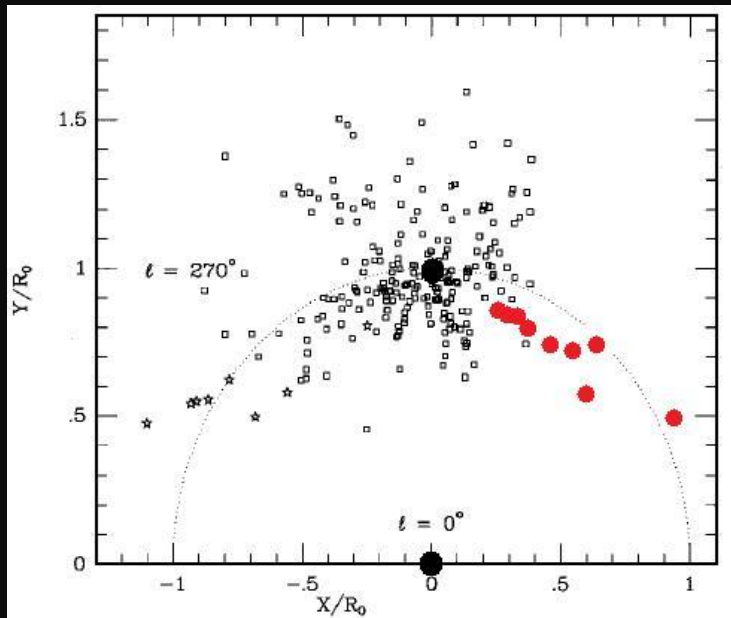
Antonello et al. (2002)による周期分布



- 周期は3~10日 ( $-3.5 < M_i < -5.0$ )
- 距離は太陽から 4~10 kpc
  - 距離指数 : 13~15 mag
  - 星間減光 :  $2 < A_i < 8$  (Marshall et al. 2006)
- → **10 < I < 18**

# どれくらいのセファイドが見つかる？

- Metzger & Schechter (1998)
  - 銀河面に沿って、銀経 $50\sim 70^\circ$  の約6平方度を10日間に5~8回観測。
  - $11 < I < 18^{\text{mag}}$  (KPNO 0.9m望遠鏡)
  - 578個の変光星候補(検出天体は約100万個)。カラーの変化などが有望な31個を追観測した結果、10個がセファイドと確認できた。



**1平方度あたり2個** かそれ以上のセファイドを期待。  
※領域による変化有り

2kCCDデータの予備解析の結果とだいたい合っていそう。

# 必要な観測時間

- $I=18$  magの星を $S/N\sim 30$ で測光。
- →3分程度の露出が必要。
  - 10秒積分×1枚+60秒積分×3枚
    - 冗長性は良くないが、面積を広げるために割り切る？
    - 変光星→周期的な天体にターゲットをしぼる。
    - 新星・矮新星→追観測を行って確認することを前提に。
  - 60秒以上の積分では銀河面の明るい星の飽和がひどくなる。
  - 読出時間80秒として**1視野10分**の観測。
    - MITだけの読み出しモードで観測？
- 一晩10時間の観測で**60視野**(240平方度)。

# 観測時間の見積もり

- 75視野
- 各視野10分
- 毎年15回反復
- →200時間
- 晴天率30%
- →約600時間
- →約60夜 (7カ月間毎月10夜)
- 全配分時間の20%
- 3年間で45回反復

		Sep 1	Oct 1	Nov 1	Dec 1	Jan 1	Feb 1	Mar 1		
L60	18									
	20									
	22									
	24									
	26									
	28									
L90	18									
	20									
	22									
	24									
	26									
	28									
L150	18									
	20									
	22									
	24									
	26									
	28									
L210	18									
	20									
	22									
	24									
	26									
	28									
		8	10	10	12	8	6	4	H/Nt	Sum
		10	10	10	10	10	10	10	Nt	70
		80	100	100	120	80	60	40	H	580



# 複数の研究へのデータ利用

- 変光星
    - どんな種類でも。
  - 新星・矮新星
    - 超新星：減光が小さめの領域なら十分可能。
    - 小惑星？
    - ？？
- みなさん  
ぜひご参加ください。
- データやカタログも  
なるべく早く公開していく。

# 新星・矮新星の探査について

- 前原さん(京大)、今田さん(岡山)のコメント
  - 基本的には観測波長はどこでもよい。
    - 爆発初期での青いバンドのカラー(B-Vなど)は
  - 観測頻度は当面1～数日おきでよい。
    - 1日で増光するので、1日に数点あれば面白いかも。
  - 現コミュニティでの追跡観測は16等台まで可能なので、18等の限界等級で十分。
    - 爆発時の絶対等級～5等、これまでは1kpc以内の天体だったので、深い観測で新たな矮新星の種族が探れる。
  - SDSSのカタログが使える領域なら爆発前の対応天体を調べられる。(増光幅が約5等)
  - 古典新星についても、赤い波長の観測で銀河面に隠されて見つからなかったような天体があるかも。

# プロジェクトの目標とタイムスケール

- 銀河面にある変光星の発見
  - 3年間の観測
  - VISTA/VVVサーベイが結果を出してくるであろう2015年頃に目標を置く。
- 突発天体(特に矮新星)の発見
  - 1年目のシーズンで発見のシステムを確立させる
  - 新星・矮新星コミュニティとの連携
  - 大学間連携ネットワークとの連携
- ひとつのサーベイデータから、いろいろな人がいろいろなテーマで論文を書く。
  - 大量なデータの有効利用